Document public

SILURES Suivi
Mise en place d'un réseau de surveillance piézométrique régional

Rapport d'avancement de l'année 2003

BRGM/RP-52820-FR
janvier 2004

Étude réalisée dans le cadre des opérations
de Service public du BRGM 03EAUB08

B. MOUGIN
Avec la collaboration de
J-P. JEGOU

Mots clés : eau souterraine, piézométrie, réseau patrimonial de surveillance, SILURES Suivi, hydrogéologie, Bretagne

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante : B. MOUGIN avec la collaboration de J-P. JEGOU (2004) - SILURES Suivi - Mise en place d'un réseau de surveillance piézométrique régional - Rapport d'avancement de l'année 2003 - BRGM/RP-52820-FR - 17 pages, 7 figures, 2 tableaux, 2 annexes.

© BRGM, 2004, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Sommaire

Synthèse **5**

1. Objectif du projet **6**

2. Travaux préalables à la mise en place du réseau piézométrique **7**

2.1. Formalisation des conventions de mise à disposition des terrains 7

2.2. Consultation de foreurs pour réaliser les piézomètres 7

2.3. Déclaration de travaux 7

3. Réalisation et équipement de 16 points du réseau piézométrique **8**

3.1. Réalisation de 16 piézomètres 8

3.1.1. Planning des travaux et dispositif utilisé 8
3.1.2. Implantation des sondages 8
3.1.3. Résultats obtenus 10
3.1.4. Coupe technique et coupe géologique 10
3.1.5. Relevés piézométriques et arrivées d'eau 12

3.2. Equipement des 16 piézomètres 12

3.2.1. Choix et commande du matériel 12
3.2.2. Mode de fonctionnement du matériel installé 13
3.2.3. Planning des installations et équipement des piézomètres 15

3.3. Acquisition d'un ordinateur dédié 16

4. Travail restant à réaliser en 2004 ..... **17**

Liste des figures

Fig. 1 - Photographies de la foreuse utilisée (sites de Baud et Hennebont)

Fig. 2 - Localisation des 16 piézomètres réalisés en 2003

Fig. 3 - Photographie de l'aspect extérieur du forage (site de Kerpert)

Fig. 4 - Photographie de l'intérieur du coffrage (site de Baud)

Fig. 5 - Schéma de fonctionnement du codeur enregisteur Thalimèdes OTT

Fig. 6 - Photographie du matériel à mettre en place (site de Kerpert)

Fig. 7 - Photographie du matériel après mise en place (site de Kerpert)

Liste des tableaux

Tabl. 1 - Caractéristiques des piézomètres réalisés en 2003

Tabl. 2 - Caractéristiques des piézomètres lors de la mise en route du matériel de mesure

Liste des annexes

Ann. 1 - Cahier des charges technique de la consultation restreinte des entreprises de forages

Ann. 2 - Coupes techniques et géologiques des 16 piézomètres réalisés (classement par date de réalisation)

Synthèse

En collaboration avec le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (Direction de l'Eau), l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, la Direction Régionale de l'Environnement, et le Conseil Régional de Bretagne, le brgm-Bretagne a été chargé d'installer et d'exploiter un réseau de suivi piézométrique des eaux souterraines en Bretagne.

La mise en place de ce réseau a été réparti sur les années 2003 et 2004 ; l'objectif de l'année 2003 étant de réaliser 16 nouveaux piézomètres équipés en moyen de mesure et de télétransmission des données.

Après avoir finalisé les conventions de mise à disposition des terrains publics (Autorisation d'Occupation Temporaire) et privés (Contrat de Bail), l'entreprise de forage AQUASSYS a été retenue pour réaliser les 16 ouvrages suite à une consultation lancée sur la base d'un cahier des charges précis et conforme aux arrêtés préfectoraux.

Après déclaration des travaux à la DRIRE (déclaration au titre du code minier comprenant un extrait de carte au 1/25 000 et extrait de plan cadastral), les travaux de forage se sont déroulés d'octobre (semaine 42) à décembre 2003 (semaine 51), dans les 4 départements bretons : Côtes d'Armor (5 piézomètres), Finistère (1), Morbihan (6), et Ille-et-Vilaine (4).

Les forages ont fait l'objet d'un suivi géologique des terrains traversés, et d'un suivi technique (foration, tubages, cimentation, dalle de propreté et coffrage de protection).

La profondeur des ouvrages varie de 31 à 100 m et est en moyenne de 41 m.

En parallèle à ces travaux de réalisation des piézomètres, l'achat et l'installation des matériels (mesure et télétransmission) sur 16 stations ont été commandés auprès de l'entreprise OTT. La commande a été complétée par l'achat d'une station complète filaire assurant le début de constitution d'un stock de pièces de rechange.

Les piézomètres ont été équipés en décembre 2003 (semaines 49 et 51) de flotteurs (capteur mono voie flotteur Thalimèdes), équipés de modems comme moyens de télétransmission (12 points filaires et 4 points GSM).

Le logiciel d'acquisition et de traitement des données est HYDRAS3 de l'entreprise OTT. Il a été installé sur un ordinateur portable dédié au réseau piézomètrique qui a été reçu en semaine 51.

1. Objectif du projet

En collaboration avec le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (Direction de l'Eau), l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, la Direction Régionale de l'Environnement, et le Conseil Régional de Bretagne, le brgm-Bretagne - en tant que Maître d'ouvrage - a été chargé d'installer et d'exploiter un réseau de suivi piézométrique des eaux souterraines en Bretagne.

Son objectif est le suivi en continu et en temps réel du niveau des nappes souterraines, afin d'améliorer leur connaissance et leur gestion.

Par la mesure des fluctuations de nappe, corrélées aux conditions climatiques et aux lames d'eau écoulées dans le réseau hydrographique, les buts principaux du réseau sont de pouvoir :

- à tout moment :
  - observer et connaître l'état de recharge des aquifères,
  - mettre les mesures validées à la disposition des « ayants droit »,
  - prévoir l'évolution de débit des cours d'eau (implication dans les inondations),
- régulièrement :
  - diffuser des informations fiables sur l'état quantitatif du moment et l'évolution prévisionnelle de la ressource,
  - éditer chaque année un annuaire et 3 bulletins de tendance,
- à moyen terme :
  - préciser les mécanismes infiltration-ruissellement en relation notamment avec la géologie,
  - quantifier l'infiltration efficace,
  - mieux connaître les écoulements souterrains : inertie, vitesses des transferts, valeur des ressources disponibles,
  - préparer par l'acquisition des données fondamentales l'élaboration et le calage des modèles de gestion des années futures.

La mise en place du réseau piézométrique a été réparti sur les années 2003 et 2004 ; l'objectif de l'année 2003 étant de réaliser 16 nouveaux piézomètres équipés en moyen de mesure et de télétransmission des données.

Les points présentés ci-dessous détaillent l'avancement technique du projet au cours de l'année 2003.

2. Travaux préalables à la mise en place du réseau piézométrique

2.1. FORMALISATION DES CONVENTIONS DE MISE A DISPOSITION DES TERRAINS

Les emplacements des 16 piézomètres à créer ont été répartis sur des terrains :
- appartenant à Météo France : 2 piézomètres,
- publics (Région 1, DDE 2, Ministère de l'Agriculture 1, Conseil Général du Morbihan 1, Centre de Formation 1) : 6 piézomètres,
- appartenant à des privés : 5 piézomètres,
- communaux (Mairies) : 3 piézomètres.

Selon l'appartenance des terrains où ont été implantés les piézomètres (domaine public ou domaine privé), des conventions de mise à disposition des terrains ont été formalisées et signées en utilisant les modèles suivants :
- une Autorisation d'Occupation Temporaire pour un terrain public,
- et un Contrat de Bail pour un terrain privé.

Parallèlement à ces envois, une convention a été signée le 26 février 2003 entre le brgm et Météo-France au sujet de la mise à disposition des deux sites dont Météo-France est propriétaire (Ploërmel et Saint-Jacques-de-la-Lande).

2.2. CONSULTATION DE FOREURS POUR REALISER LES PIEZOMETRES

Afin de débuter la mise en place du réseau piézométrique de Bretagne, une consultation restreinte des entreprises de forage a été lancée afin de réaliser 20 piézomètres répartis de la façon suivante : 16 ouvrages en 2003 et 4 en 2004.

La consultation s'est basée sur un cahier des charges précis et conforme aux arrêtés préfectoraux (cf. annexe 1).

L'entreprise de forage AQUASSYS a été retenue pour le sérieux et la qualité de son offre répondant à l'attente technique et financière du réseau piézométrique breton.

Un contrat de sous-traitance a formalisé les conditions d'intervention de l'entreprise à la demande du brgm.

2.3. DECLARATION DE TRAVAUX

Un déclaration préalable de travaux souterrains au titre du code minier a été rédigée pour chacun des 16 piézomètres en précisant les informations suivantes :
- propriétaire de l'ouvrage, entrepreneur, localisation et nature des travaux,
- extrait de carte au 1/25 000 et extrait de plan cadastral.

Le document complet a été envoyé à la DRIRE le 28 août 2003.

3. Réalisation et équipement de 16 points du réseau piézométrique

3.1. REALISATION DE 16 PIEZOMETRES

3.1.1. Planning des travaux et dispositif utilisé

En accord avec l'entreprise de forage, les 16 nouveaux piézomètres ont été effectués entre les mois d'octobre (semaine 42) et décembre 2003 (semaine 51).

Tous les sondages ont été réalisés avec une sondeuse INGERSOLL RAND montée sur chenille (cf. figure 1).

Fig. 1 - Photographies de la foreuse utilisée (sites de Baud et Hennebont)

3.1.2. Implantation des sondages

Le réseau piézométrique de Bretagne a été implanté :

- selon des critères locaux : absence d'influence par des pompages en sous-sol, choix de secteurs à forte sensibilité des fluctuations piézométriques (plateaux plutôt que vallées), accessibilité, sécurité et pérennité du site ;
- et selon des critères régionaux : représentativité du climat et de ses contrastes géographiques, représentativité de la géologie de la Bretagne, cohérence et corrélation avec le réseau météorologique, cohérence et corrélation avec les données hydrométriques.

Le positionnement des 16 piézomètres réalisés en 2003 est représenté sur la figure 2.

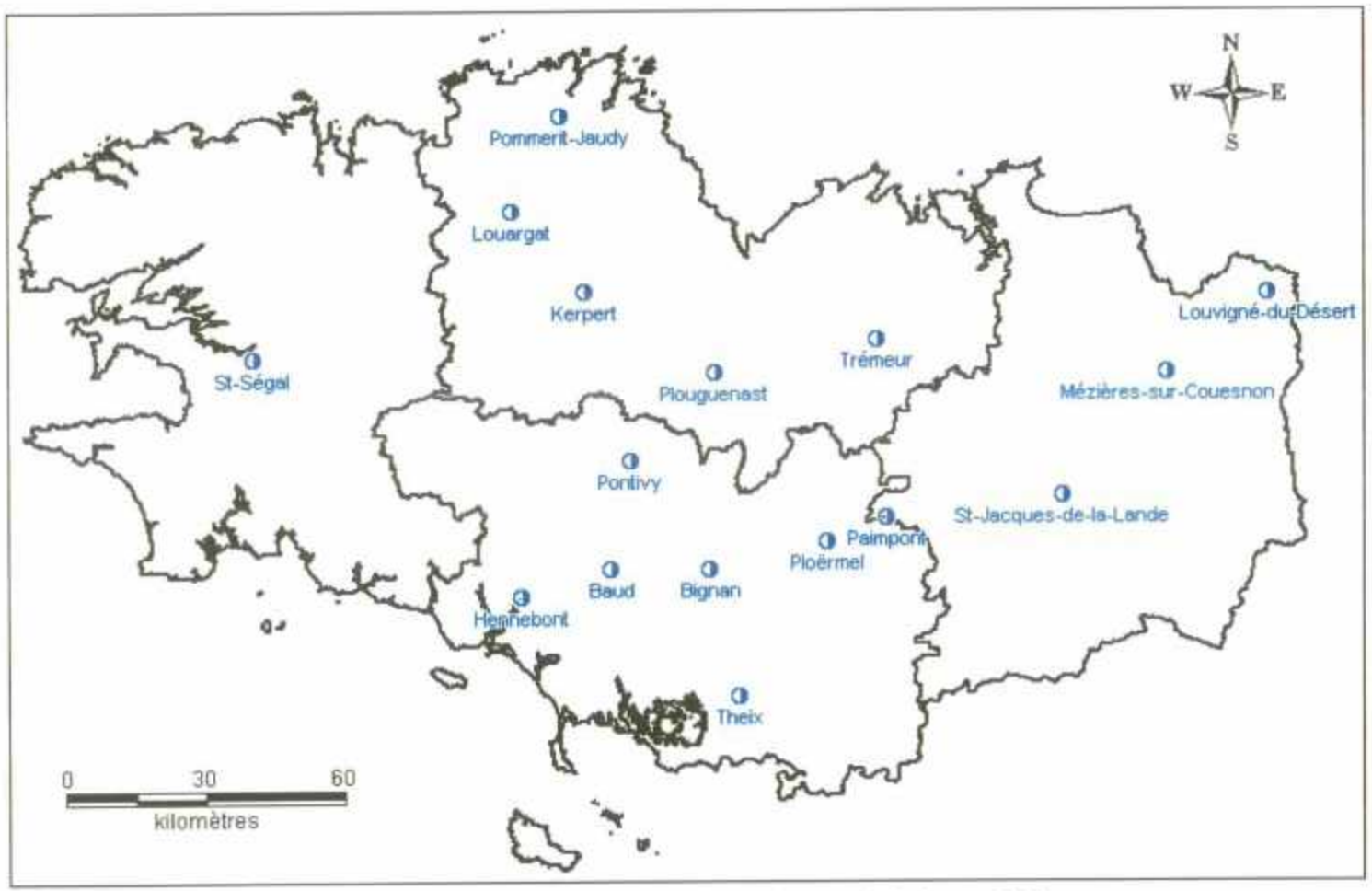


Fig. 2 - Localisation des 16 piézomètres réalisés en 2003

La répartition des piézomètres réalisés sur chaque département est la suivante :
- Côtes d'Armor : 5 piézomètres,
- Finistère : 1 piézomètre,
- Morbihan : 6 piézomètres,
- Ille-et-Vilaine : 4 piézomètres.

Ces piézomètres sont très fréquemment situés à proximité des stations météorologiques de Météo-France.

3.1.3. Résultats obtenus

Le tableau 1 donne le nom, la profondeur et la position exacte des ouvrages réalisés (coordonnées en Lambert 2 étendu), ainsi que leur indice de classement national dans la Banque de données du Sous-Sol (BSS).

Commune	Dépt	X	Y	Profondeur (m)	N° BSS
Pommerit-Jaudy	22	189244	2430486	31	0203-4X-0082
Louargat	22	178452	2410105	31	0241-3X-0065
Kerpert	22	194186	2392568	31	0278-2X-0047
Trémeur	22	257343	2382227	32	0280-3X-0036
Plouguenast	22	222544	2375131	34	0279-6X-0044
St-Ségal	29	122389	2378339	34	0310-3X-0047
Louvigné-du-Désert	35	341282	2391637	31	0247-8X-0122
Mézières-sur-Couesnon	35	320454	2375024	100	0283-5X-0055
St-Jacques-de-la-Lande	35	297529	2348554	53	0317-5X-0338
Paimpont	35	259478	2343755	31	0351-4X-0081
Pontivy	56	204265	2356006	31	0313-7X-0026
Ploërmel	56	246580	2338601	40	0351-6X-0036
Theix	56	227701	2305377	34	0417-3X-0045
Bignan	56	221398	2332750	34	0350-6X-0032
Baud	56	200004	2332594	43	0384-3X-0021
Hennebont	56	180355	2326702	61	0383-4X-0049

Tabl. 1 - Caractéristiques des piézomètres réalisés en 2003

16 piézomètres ont donc été réalisés, totalisant 651 mètres de foration. La profondeur des ouvrages varie de 31 à 100 m et est en moyenne de 40,69 m.

3.1.4. Coupe technique et coupe géologique

Tous les forages ont fait l'objet :
- d'un suivi géologique des terrains traversés, détaillé en annexe 2 sous la forme de coupes géologiques,
- d'un suivi technique (foration, tubages, cimentation, dalle de propreté et coffrage de protection), détaillé en annexe 2 sous la forme de coupes techniques.

Les ouvrages ont été réalisés conformément aux préconisations du cahier des charges technique de la consultation (cf. annexe 1) :
- foration au sein des formations de surface en diamètre 254 mm ou 240 mm (jusqu'à 10 m de profondeur) et au sein du socle dans un diamètre de 165 mm (jusqu'à la profondeur finale du piézomètre),

- équipement en tubage PVC pleins et crépinés de diamètre 115 x 125 mm (intérieur-extérieur),
- cimentation de l'annulaire « dans les normes » entre 0 et 10 m de profondeur,
- coffrage de protection 0,6 m de diamètre muni d'un couvercle de fermeture amovible en béton et muni de pattes permettant le passage d'un cadenas,
- et dalle de propreté de 2 m de côté, scellée sur le coffrage, en pente vers l'extérieur du forage.

Ces piézomètres ont donc un aspect de surface identique : tube PVC de diamètre extérieur 125 mm recouvert d'un bouchon de surface, buse bétonnée circulaire de 60 cm de diamètre recouverte par un couvercle béton ; la buse étant fixée dans la dalle de propreté (cf. figures 3 et 4).
Pour les sites de Louvigné-du-Désert, St-Jacques-de-la-Lande et Mézières-sur-Couesnon la buse bétonnée circulaire a un diamètre de 80 cm.

Fig. 3 - Photographie de l'aspect extérieur du forage (site de Kerpert)

Fig. 4 - Photographie de l'intérieur du coffrage (site de Baud)

Au niveau des piézomètres destinés à être équipés en moyen de télétransmission filaire, l'intérieur du coffrage a également été équipé par trois gaines assurant : le passage de la future ligne téléphonique, la vidange d'eau présente dans le coffrage, et le passage d'une prise de terre.

Les deux gaines de la prise de terre et téléphonique sont absentes au niveau des sites destinés à être équipés en moyen de télétransmission GSM (cas du site de Baud sur la figure 4).

3.1.5. Relevés piézométriques et arrivées d'eau

Les arrivées d'eau observées en cours de foration sont notées sur les coupes de l'annexe 2. Les niveaux piézométriques ont été relevés à la fin de réalisation de chaque ouvrage et sont également reportés sur les coupes de l'annexe 2.

3.2. EQUIPEMENT DES 16 PIEZOMETRES

3.2.1. Choix et commande du matériel

Un appel d'offre européen a été lancé en centralisant au niveau national les demandes de matériels des Services Géologiques Régionaux du brgm. L'entreprise « OTT Hydrometry » a été retenue.

Un contrat de sous-traitance a formalisé les conditions d'intervention de l'entreprise à la demande du brgm.

Le Service Géologique Régional de Bretagne a commandé :
- du matériel pour les 16 piézomètres (mesure, stockage et télétransmission),
- du matériel pour une station complète assurant le début de constitution d'un stock de pièces de rechange,
- l'installation du matériel sur chacun des 16 piézomètres,
- des moyens de connexions entre un ordinateur portable et le capteur (sur site),
- et un logiciel permettant l'acquisition et le traitement des données.

La solution du flotteur a été préférée à celle de la sonde barométrique en raison de sa fiabilité dans le temps et donc de son absence de dérive.

En l'absence de présence de ligne téléphonique à proximité du piézomètre (4 sites sur 16), le choix du mode de télétransmission des données s'est porté sur la solution GSM (selon le réseau existant, les opérateurs SFR et Orange ont été retenus).

Le détail de la commande du Service Géologique Régional de Bretagne est ainsi composée de :
- 17 capteurs mono voie Flotteur Thalimèdes (16 à installer et 1 en stock),
- 13 modems pour capteur intelligent Filaire Thalimèdes (12 à installer et 1 en stock),
- 4 modems pour capteur intelligent GSM Thalimèdes,
- 4 batteries modem GSM 12V/24Ah,
- 1 chargeur batterie 12V/6.5Ah et 24Ah,
- 16 installations sur site,
- 1 câble lecture infrarouge IrDA,
- 1 adaptateur port USB,
- 1 logiciel HYDRAS3 et 1 licence communication.

3.2.2. Mode de fonctionnement du matériel installé

La figure 5 (page suivante) extraite du manuel d'utilisation de l'entreprise « OTT Hydrometry » illustre le mode de fonctionnement du codeur enregistreur Thalimèdes.

Le flotteur situé à la surface de la nappe est relié, par un câble pivotant sur une poulie, à une unité de codage. Un câble assure la liaison entre cette unité et la centrale d'acquisition. Cette centrale, alimentée par une pile 1,5 V, dispose d'un afficheur LCD qui indique à tout moment le niveau d'eau, la date, l'heure et l'état de la pile. Cet afficheur est équipé d'un détecteur de mouvement permettant d'activer la station à tout moment. La centrale peut communiquer avec un ordinateur portable grâce à une lecture infra rouge (interface IrDA). Ceci permet notamment de paramétrer la station et de rapatrier les mesures.

La figure 6 (page suivante) montre, en plus des éléments cités ci-dessus, les supports d'installation pour forage (tige et cercle), la protection anti-submersion (couvercle transparent), la corde de suspension de la centrale d'acquisition (fil fluorescent), et le boîtier de protection comprenant : le modem (en bleu), le fil téléphonique, le raccordement de la prise de terre, le parasurtenseur, et la batterie 12V/6,5Ah.

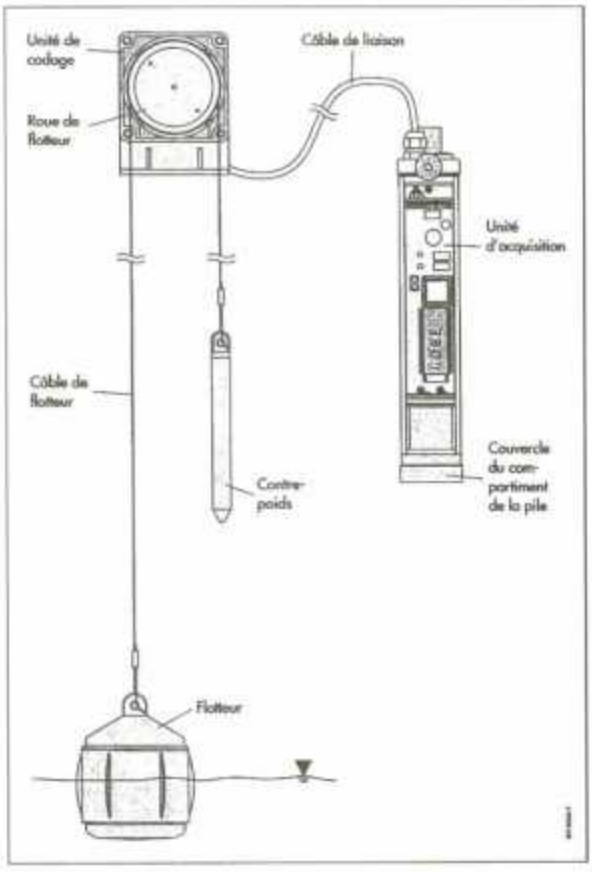


Fig. 5 - Schéma de fonctionnement du codeur enregistreur Thalimèdes OTT

Fig. 6 - Photographie du matériel à mettre en place (site de Kerpert)

3.2.3. Planning des installations et équipement des piézomètres

Les piézomètres ont été équipés en décembre 2003 (semaines 49 et 51) par le brgm et par un technicien de l'entreprise « OTT Hydrometry ».

12 piézomètres ont été équipés de flotteurs et de modems filaires. Ces stations ont été paramétrées et l'enregistrement des données à débuté.
La télétransmission pourra commencer dès le raccordement de la station à une ligne France Télécom. Cette intervention est programmée pour 2004.

La figure 7 montre l'envergure du dispositif filaire après installation : le boîtier est posé sur le bouchon du tubage PVC (dimensions : 20 x 30 x 16 cm).
On distingue également sur la figure :

- le fil reliant le Thalimède au boîtier,
- la gaine de vidange du trop-plein d'eau (en rouge),
- la gaine de passage du fil téléphonique (en rouge), fil destiné à être relié au boîtier après installation,
- la gaine de la prise de terre (en noir), qui sera reliée au boîtier après raccordement à la ligne téléphonique.

Fig. 7 - Photographie du matériel après mise en place (site de Kerpert)

4 piézomètres ont été équipés de flotteurs et de modems GSM : St-Jacques-de-la-Lande et Paimpont (Ille-et-Vilaine), Baud et Hennebont (Morbihan).
Les boîtiers mis en place sont plus grand que les boîtiers précédents (dimensions : 30 x 40 x 20 cm) en raison d'une batterie plus importante (batterie 12V/24Ah).
Ces stations sont actuellement opérationnelles puisque les cartes téléphoniques (puces) ont été commandées et activées.

Suite à la mise en place du matériel, chaque station a été paramétrée en précisant :
- la mesure actuelle du niveau piézométrique mesuré avec une sonde lumineuse manuelle,
- la cadence de mesure : 1 mesure par heure,
- la date et l'heure,
- le nom de la station (codage sur 10 caractères),
- la précision de la lecture : centimètre.

Les informations relevées sur le terrain lors de l'installation du matériel au niveau des stations sont rassemblées dans le tableau 2.

Commune	Dépt	Profondeur (m/haut repère)	Date début mesure	Heure début mesure	Nom station
Pommerit-Jaudy	22	3.47	04/12/2003	10h11	00POMMERIT
Louargat	22	4.63	03/12/2003	14h18	00LOUARGAT
Kerpert	22	3.97	03/12/2003	16h32	000KERPERT
Trémeur	22	1.25	02/12/2003	16h15	000TREMEUR
Plouguenast	22	3.75	03/12/2003	10h16	PLOUGUENAS
St-Ségal	29	2.80	04/12/2003	14h17	00ST SEGAL
Louvigné-du-Désert	35	6.31	17/12/2003	16h00	00LOUVIGNE
Mézières-sur-Couesnon	35	5.16	18/12/2003	12h00	00MEZIERES
St-Jacques-de-la-Lande	35	1.87	05/12/2003	10h01	ST JACQUES
Paimpont	35	6.44	17/12/2003	12h30	00PAIMPONT
Pontivy	56	12.58	16/12/2003	11h20	000PONTIVY
Ploërmel	56	3.89	16/12/2003	9h41	00PLOERMEL
Theix	56	10.91	17/12/2003	10h38	00000THEIX
Bignan	56	10.98	16/12/2003	13h55	0000BIGNAN
Baud	56	14.77	15/12/2003	16h54	000000BAUD
Hennebont	56	9.25	15/12/2003	14h50	0HENNEBONT

Tabl. 2 - Caractéristiques des piézomètres lors de la mise en route du matériel de mesure

3.3. ACQUISITION D'UN ORDINATEUR DEDIE

Un ordinateur portable dédié au réseau piézométrique a été commandé puis reçu à Rennes en semaine 51.

Le logiciel d'acquisition et de traitement des données, HYDRAS3 de l'entreprise OTT, a été installé sur l'ordinateur dédié.

Cet ordinateur a permis de commencer :
- à créer l'architecture du réseau définitif,
- à tester le fonctionnement des stations GSM par télétransmission.

4. Travail restant à réaliser en 2004

Les tâches restant à réaliser pour finaliser la mise en place du réseau piézométrique sont les suivantes :

- le lancement d'une seconde consultation des foreurs (réalisation de 8 nouveaux ouvrages et aménagement des 4 piézomètres existants dans le Morbihan),
- la réalisation des 12 nouveaux piézomètres (4 restant de la 1ère consultation et 8 de la 2nde) et l'aménagement des 4 piézomètres existants dans le Morbihan,
- le suivi de la réalisation de ces piézomètres,
- l'achat et l'installation des matériels (mesure et télétransmission) sur 26 stations (10 forages existants dans le Finistère, 4 existants dans le Morbihan, et 12 nouveaux),
- le raccordement des stations filaires au réseau téléphonique,
- la constitution d'un stock de pièces de rechange équivalent à 3 stations complètes,
- les réglages informatiques,
- la mise en marche, le réglage et le rodage du réseau.

A l'issue de ce travail de création du réseau, le brgm établira un atlas recensant les caractéristiques de chacun des 42 piézomètres du réseau.

Annexe 1

Cahier des charges technique de la consultation restreinte des entreprises de forages

SERVICE GEOLOGIQUE REGIONAL
BRETAGNE

CAHIER DES CHARGES TECHNIQUES

Maître d'ouvrage : BRGM
Service Géologique Régional de Bretagne
ZAC St-Sulpice
2, rue de Jouanet
35700 RENNES

Objet de la consultation :
Réseau piézométrique de Bretagne
Réalisation de 20 piézomètres

Date limite de réponse à la consultation : le jeudi 14/11/2002

Le présent Cahier des Charges Techniques comporte trois annexes :

- Annexe 1 - Répartition géographique des forages à réaliser
- Annexe 2 - Devis estimatifs (à remplir et retourner par les foreurs sollicités)
- Annexe 3 - Coupe technique du piézomètre, cimentation, et protection de la tête
- Annexe 4 - Exemples d'accès aux sites de forages

SOMMAIRE

1. CHAPITRE 1 - OBJECTIF ET CONTENU DES TRAVAUX 3

1.1. ARTICLE 1 - OBJECTIF DES TRAVAUX 3
1.2. ARTICLE 2 - CONTENU DES TRAVAUX 3

2. CHAPITRE 2 - MODALITES D'EXECUTION DES TRAVAUX 3

2.1. ARTICLE 3 - TECHNIQUE DE FORAGE 3
2.1.1. Fluide de forage 4
2.1.2. Diamètres d'exécution des forages 4
2.2. ARTICLE 4 - DESCRIPTION DES PIÉZOMÈTRES À RÉALISER 4

3. CHAPITRE 3 - SPECIFICATIONS DES MATERIELS ET MATERIAUX 5

3.1. ARTICLE 5 - MATÉRIELS CONSTITUANT L'ATELIER DE FORAGE 5
3.1.1. Atelier de forage 5
3.1.2. Outils de forage 5
3.2. ARTICLE 6 - MATÉRIELS TUBULAIRES ET MATÉRIAUX 6
3.2.1. Prescriptions relatives au ciment 6
3.2.2. Matériel tubulaire PVC 6

4. CHAPITRE 4 - MODE D'EXECUTION DES TRAVAUX 7

4.1. ARTICLE 7 - ACCÈS AUX SITES, AMÉNAGEMENTS ET REMISE EN ÉTAT 7
4.1.1. Implantation 7
4.1.2. Accès aux sites 7
4.1.3. Détection des câbles et canalisations enterrées 7
4.1.3. Aménagement des sites et risques de pollution 7
4.1.4. Enlèvement des déblais et remise en état du site 7

1. CHAPITRE 1 - OBJECTIF ET CONTENU DES TRAVAUX

1.1. ARTICLE 1 - OBJECTIF DES TRAVAUX

Le présent cahier des charges est relatif à la réalisation d'une campagne de 20 forages transformés en piézomètres.

L'objectif de ces piézomètres est de suivre, en temps réel, les variations des niveaux de nappe dans plusieurs formations géologiques de Bretagne.

Ces travaux de forage correspondent à un programme défini en relation étroite entre le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (Direction de l'Eau), la Direction Régionale de l'Environnement (DIREN Bretagne), la Région Bretagne et le BRGM.

Comme le BRGM Bretagne se réserve le droit de retenir plusieurs entreprises pour le travail à mener, deux modèles de devis estimatifs seront à remplir (réalisation de 10 ou de 20 ouvrages).

1.2. ARTICLE 2 - CONTENU DES TRAVAUX

Les travaux de forage de cette campagne comportent :
- la foration de 20 ouvrages,
- l'équipement des 20 forages en piézomètres par du tubage en PVC crépiné sur une certaine hauteur, avec une tête de forage conforme aux arrêtés préfectoraux en vigueur dans chaque département.

Compte tenu des caractéristiques hydrogéologiques de la Bretagne :
- la profondeur des piézomètres sera de l'ordre de 30 m (l'objectif du piézomètre étant de suivre un niveau de nappe, cette profondeur pourra être poursuivie jusqu'à rencontrer un nombre suffisant d'arrivées d'eau, sans excéder 50 m ; le BRGM choisira alors la profondeur) ;
- les sondages seront forés au sein des formations de surface en diamètre 254 mm (ou 240 mm) et au sein du socle dans un diamètre de 165 mm pour être équipés en PVC ϕ 115-125 mm.

Les interventions porteront sur l'ensemble de la région Bretagne selon le plan de localisation situé en Annexe 1 (7 piézomètres dans les Côtes d'Armor, 2 dans le Finistère, 5 dans l'Ille-et-Vilaine et 6 dans le Morbihan).
Des changements ponctuels (déplacement au sein du même village ou choix d'un autre village) pourront avoir lieu en cas de refus du propriétaire du site pressenti.
Les forages à réaliser se situeront à proximité des stations climatologiques de Météo France.
L'entrepreneur devra préciser ses dates possibles d'intervention (cf. Annexe 2).

2. CHAPITRE 2 - MODALITES D'EXECUTION DES TRAVAUX

2.1. ARTICLE 3 - TECHNIQUE DE FORAGE

Dans le contexte breton, les formations superficielles sont tendres et essentiellement formées d'arènes et d'argiles d'altération. Les roches dures sous-jacentes de terrains de socle (granites, schistes, gneiss, migmatites, micaschistes, schistes et grès...) sont plus ou moins fracturées et fissurées. Des venues d'eau se situent dans les fractures et fissures ainsi que dans les niveaux

d'arènes d'altération qui les surmontent. Par conséquent, la technique la mieux adaptée est la foration au marteau fond de trou (MFT) avec remontée des cuttings à l'air.

Toutefois l'atelier de forage utilisé devra être également capable de forer au rotary en surface, et être donc de type mixte.

2.1.1. Fluide de forage

Le fluide de forage prévu pour l'exécution des ouvrages est l'air (rotary à l'air ou MFT à l'air pour les terrains de recouvrement et d'altération, et technique MFT dans la zone rocheuse).

Lors de l'exécution du forage au-dessus des zones aquifères des fissures et fractures du socle, et particulièrement dans les terrains de surface et les terrains d'altération (arènes et altérites argileuses), l'entrepreneur ne sera pas autorisé à utiliser une boue de forage.

Lors du creusement dans les terrains du socle, l'entrepreneur devra forer à l'air.

2.1.2. Diamètres d'exécution des forages

La tête du forage sera réalisée en diamètre 254 mm (ou 240 mm) et équipée d'un pré-tubage PVC ou acier de diamètre intérieur 180 mm qui sera retiré au moment de la cimentation.
Le diamètre souhaité du forage est de 165 mm afin de tenir compte des équipements à mettre en place : tubage et crépine PVC de ϕ 115-125 mm.
L'attention de l'entrepreneur est attirée sur la nécessité de choisir un diamètre du pré-tubage suffisant, de manière à pouvoir installer les tubes PVC et de pouvoir descendre un outil de 165 mm (diamètre intérieur 180 mm par exemple).
La verticalité des forages devra être assurée car les piézomètres seront équipés avec des enregistreurs à flotteurs pouvant s'endommager contre les parois.

2.2. ARTICLE 4 - DESCRIPTION DES PIEZOMETRES A REALISER

La description suivante correspond au déroulement des opérations à réaliser sur chacun des 20 piézomètres, pour lesquelles l'entrepreneur devra fournir une réponse.

L'entrepreneur devra obligatoirement répondre selon les modèles de devis estimatifs (Annexe 2) correspondant aux propositions du Maître d'Ouvrage contenues dans le présent document, mais aura toute latitude de proposer d'autres variantes qui pourraient s'avérer meilleur marché.

Le descriptif des opérations à réaliser est le suivant (cf. illustrations en Annexe 3) :

- les terrains seront forés en diamètre 165 mm jusqu'à 10 mètres de profondeur, et alésés en diamètre de 254 mm (ou 240 mm) jusqu'à cette profondeur. Un pré-tubage provisoire de 10 mètres sera mis en place momentanément pour maintenir les terrains de tête non consolidés. Le diamètre intérieur de ce pré-tubage (180 mm) permettra le passage de l'outil nécessaire à la foration des terrains en diamètre 165 mm jusqu'à 30 mètres de profondeur (minimum) ;

- le forage sera équipé avec un tubage PVC en diamètre 115 x 125 mm (intérieur-extérieur), plein jusqu'à 12 m où sera placé un packer, et crépiné (fentes « d'usine » de 1 à 1,5 mm) de -12 m jusqu'au fond. Ce tubage sera installé de façon définitive ;

- l'annulaire du forage sera cimenté progressivement de 0 à -10 m lors de l'enlèvement du pré-tubage. Il sera interdit d'effectuer la cimentation depuis la surface. L'injection de laitier se fera obligatoirement par le bas au moyen d'une pompe et d'une canne d'injection descendue dans l'espace annulaire. La canne sera munie d'un bouchon de pied, le ciment passera par des évents latéraux de façon à ce qu'il ne puisse poinçonner le packer. Le dispositif sera régulièrement remonté au fur et à mesure de la cimentation ;

- après la fin des travaux de foration et d'équipement, et avant la prise de la cimentation de surface, il sera mis en place une protection de la tête de l'ouvrage qui assurera la continuité avec le milieu extérieur de l'étanchéité garantie par la cimentation annulaire. Elle comprendra :
  - une buse béton de protection (coffrage) de 0,5 m de côté ou de diamètre, dépassant de la dalle de propreté de 0,25 m environ, munie d'un couvercle de fermeture amovible en acier, muni de pattes permettant le passage d'un cadenas, ou d'un système similaire à clé,
  - une margelle de béton (dalle de propreté) de 2 m de diamètre ou de côté, en pente vers l'extérieur du forage, scellée sur la buse de protection, et entourée par un caniveau d'évacuation des eaux de ruissellement.

La réalisation des piézomètres sera conforme aux arrêtés préfectoraux fixant les dispositions applicables dans les départements bretons à toutes les opérations de forage de plus de 10 mètres.

3. CHAPITRE 3 - SPECIFICATIONS DES MATERIELS ET MATERIAUX

3.1. ARTICLE 5 - MATERIELS CONSTITUANT L'ATELIER DE FORAGE

Sans que la liste fournie dans ce document ait un caractère limitatif, l'entrepreneur devra affecter aux travaux du programme de forage le matériel suivant :

3.1.1. Atelier de forage

- une machine de forage de type mixte (MFT-rotary), possédant une puissance et des capacités de traction/poussée suffisantes pour forer à 50 mètres de profondeur en diamètre 165 mm ;
- un compresseur pour forage au MFT de capacité minimum 16 bars avec un débit d'air de 16000 litres/minute ;
- un atelier de préparation et d'injection de ciment ;
- pour des questions d'accès aux sites (cf. exemples en Annexe 4), l'envergure de la machine de forage devra être au maximum de 3 mètres de largeur.

3.1.2. Outils de forage

- des tiges de forage type mixte MFT-rotary, en quantité suffisante pour forer à 50 mètres de profondeur ;
- des outils de forage rotary type terrains tendres à moyens pour le forage des formations de surface en diamètre 165 et 254 mm (ou 240 mm) ; l'entrepreneur pourra prévoir des outils MFT de mêmes diamètres ;
- des outils de forage MFT (marteaux et taillants) pour le forage en terrain de socle, en diamètre 165 mm ;

- les outils nécessaires à la pose et dépose de la garniture et des matériels tubulaires de protection et d'équipement (élévateurs de tiges et de tubages, clés à griffes, clés à chaîne et/ou à courroie, baïonnette, etc...).

3.2. ARTICLE 6 - MATERIELS TUBULAIRES ET MATERIAUX

Le matériel comprendra en particulier :
- le pré-tubage de surface en PVC ou en acier de diamètre 180 mm,
- les tubages et crépines PVC en diamètre 115-125 mm pour l'équipement des forages,
- des packers.

En outre l'entrepreneur devra prévoir d'acheminer ou de se fournir sur place en ciment pour la cimentation des annulaires et les protections de surface. Il devra également posséder sur place un atelier de préparation et d'injection de ciment.

3.2.1. Prescriptions relatives au ciment

Le ciment à injecter par le fond grâce à une canule descendue dans l'espace annulaire sera un laitier composé uniquement d'eau et de ciment ordinaire soigneusement mélangés. Le mélange courant est constitué de 100 kg de ciment et de 70 litres d'eau, pour obtenir 100 litres de laitier.

3.2.2. Matériel tubulaire PVC

Tous les tubages PVC utilisés devront être de type alimentaire, et satisfaire aux spécifications suivantes :
- être suffisamment résistants pour ne pas subir de déformations du fait des contraintes liées à leurs mises en place et à la cimentation de l'espace annulaire ;
- être à surface lisse avec raccords possibles entre eux par un manchon ou une tulipe ;
- être formés d'éléments normalisés et fabriqués en usine, à l'exclusion de toute fabrication de fortune faite sur le chantier. L'assemblage de ces éléments sera réalisé conformément aux normes définies par le constructeur.

Les tubages pleins PVC devront être fournis :
- en éléments unitaires pleins de 6 mètres environ ;
- en diamètre de type 115-125 mm (épaisseur de paroi 5 mm).

Les crépines PVC devront répondre aux critères suivants :
- être en éléments unitaires de 6 mètres environ ;
- être d'un diamètre de 115-125 mm (épaisseur de paroi 5 mm) ;
- en outre les ouvertures, fabriquées en usine, seront de type fente (slot) 1 ou 1.5 mm, et représenteront au moins 15 % d'ouverture par rapport à la surface crépinée.

4. CHAPITRE 4 - MODE D'EXECUTION DES TRAVAUX

4.1. ARTICLE 7 - ACCES AUX SITES, AMENAGEMENTS ET REMISE EN ETAT

4.1.1. Implantation

Les forages seront implantés sur place par le BRGM.

4.1.2. Accès aux sites

L'entrepreneur est réputé avoir pris connaissance des obstacles ou servitudes pouvant gêner les travaux et l'accès du matériel (consultation des mairies pour le positionnement des canalisations de fluides). Les sites sont donc réputés accessibles aux engins de l'atelier de forage et les possibilités d'évolution des ateliers sont réputées bonnes, ne nécessitant pas de travaux particuliers d'aménagement (cf. exemples d'accès en Annexe 4).

4.1.3. Détection des câbles et canalisations enterrées

L'entrepreneur devra disposer des matériels permettant de détecter les câbles enterrés (électricité, eau, téléphone...), afin d'effectuer un repérage avant chaque travail de forage.

4.1.3. Aménagement des sites et risques de pollution

Compte tenu du caractère éphémère du chantier sur chaque emplacement, l'aménagement de la plate-forme de travail (à la charge de l'entrepreneur) sera sommaire et ne nécessitera pas de travaux de terrassement particulier.

L'organisation du chantier devra prendre en compte les risques de pollution, notamment par déversement accidentel dans le forage en cours de réalisation ou au moment de son achèvement : accès et stationnement des véhicules, emplacement des réserves de fuel, huiles, graisses... L'organisation du chantier prendra également en compte le rejet d'eau d'exhaure qui devra être décantée avant de rejoindre un cours d'eau éventuel.

4.1.4. Enlèvement des déblais et remise en état du site

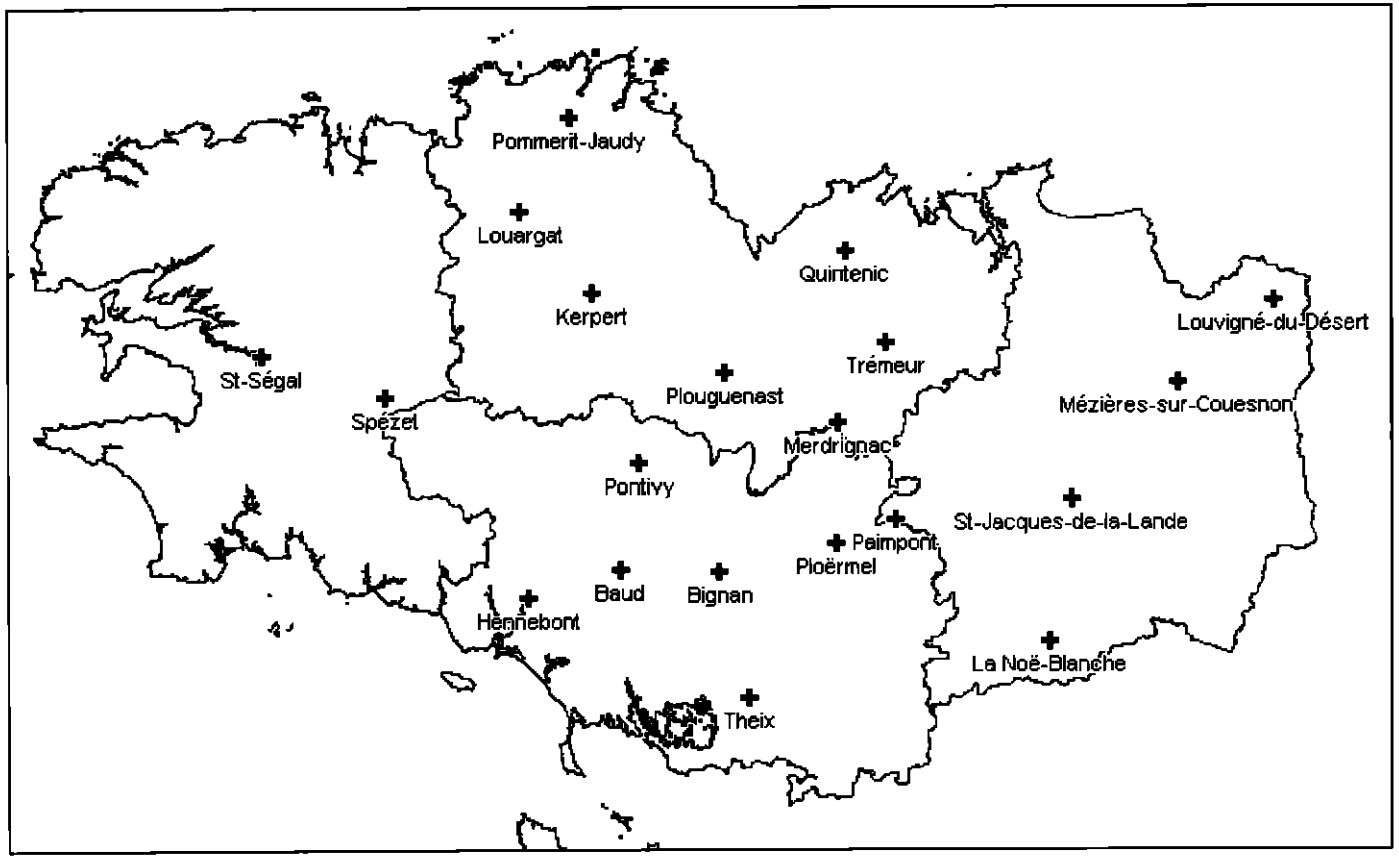
A la fin des travaux de forage et d'équipement, le site sera nettoyé (enlèvement des déblais) et remis en l'état initial autour du forage. Les frais seront à la charge de l'entrepreneur.

Dressé par le
Maître d'Ouvrage

Lu et accepté
L'entrepreneur

ANNEXE 1

Répartition géographique des forages à réaliser



Implantation des 20 forages à réaliser du réseau piézométrique de Bretagne

ANNEXE 2

Devis estimatifs
(à remplir et retourner par les foreurs sollicités)

Réseau piézométrique de Bretagne

DEVIS ESTIMATIF

Sites étudiés	**20**		
Forages de 30 mètres transformés en piézomètres	**20**	**600 ml**	**forés**

N° Prix	Désignation des opérations	Unité	Quantité	Prix (€) P.U.	Prix (€) Totaux
1.0	**Installations et déplacements**				
1.1	Amenée générale et repli du matériel et du personnel sur le premier site de forage	forfait	1		
1.2	Mise en place sur chaque site de forage	forfait	20		
1.3	Déplacement d'un site de forage à l'autre	forfait	19		
2.0	**Foration**				
2.1	Foration des terrains au MFT diam. 165 mm	ml	600		
2.2	Réalésage des terrains au MFT ou au rotary à l'air diam. 254 mm (ou 240 mm)	ml	200		
3.0	**Equipement tubulaire de tête**				
3.1	Mise en place provisoire d'un pré-tubage acier de 10 mètres	unité	20		
3.2	Mise en place provisoire d'un pré-tubage PVC de 10 mètres	unité	20		
4.0	**Equipement tubulaire des forages**				
4.1	Fourniture et installation tubage plein PVC 115-125 mm	ml	240		
4.2	Fourniture et installation tubage crépiné PVC 115-125 mm	ml	360		
4.3	Fourniture et installation packers	unité	20		
5.0	**Cimentation**				
5.1	Entre PVC 125 mm et foration 254 mm (ou 240 mm) sur 10 mètres et relevage du pré-tubage	forfait	20		
6.0	**Margelle, protection tête de forage et fermeture**				
6.1	Buse béton (coffrage)	unité	20		
6.2	Couvercle de fermeture acier cadenassé et mise en place	unité	20		
6.3	Fabrication margelle de béton (dalle de propreté) et caniveau	forfait	20		
7.0	**Enlèvement des déblais et remise en état des lieux**				
7.1	Enlèvement des déblais et remise en état des lieux par piézomètre	unité	20		

8.0	**Dates possibles d'intervention (début et fin prévisibles du travail)**

Total général établi au montant estimatif (Euros) de :

Etabli quant au cadre, Le Maitre d'ouvrage

Complété quant aux prix, L'Entrepreneur

Réseau piézométrique de Bretagne

DEVIS ESTIMATIF

Sites étudiés **Forages de 30 mètres transformés en piézomètres**	**10** **10**	**300 ml**	**forés**

N° Prix	Désignation des opérations	Unité	Quantité	Prix (€)	
				P.U.	Totaux
1.0	**Installations et déplacements**				
1.1	Amenée générale et repli du matériel et du personnel sur le premier site de forage	forfait	1		
1.2	Mise en place sur chaque site de forage	forfait	10		
1.3	Déplacement d'un site de forage à l'autre	forfait	9		
2.0	**Foration**				
2.1	Foration des terrains au MFT diam. 165 mm	ml	300		
2.2	Réalésage des terrains au MFT ou au rotary à l'air diam. 254 mm (ou 240 mm)	ml	100		
3.0	**Equipement tubulaire de tête**				
3.1	Mise en place provisoire d'un pré-tubage acier de 10 mètres	unité	10		
3.2	Mise en place provisoire d'un pré-tubage PVC de 10 mètres	unité	10		
4.0	**Equipement tubulaire des forages**				
4.1	Fourniture et installation tubage plein PVC 115-125 mm	ml	120		
4.2	Fourniture et installation tubage crépiné PVC 115-125 mm	ml	180		
4.3	Fourniture et installation packers	unité	10		
5.0	**Cimentation**				
5.1	Entre PVC 125 mm et foration 254 mm (ou 240 mm) sur 10 mètres et relevage du pré-tubage	forfait	10		
6.0	**Margelle, protection tête de forage et fermeture**				
6.1	Buse béton (coffrage)	unité	10		
6.2	Couvercle de fermeture acier cadenassé et mise en place	unité	10		
6.3	Fabrication margelle de béton (dalle de propreté) et caniveau	forfait	10		
7.0	**Enlèvement des déblais et remise en état des lieux**				
7.1	Enlèvement des déblais et remise en état des lieux par piézomètre	unité	10		

8.0	**Dates possibles d'intervention (début et fin prévisibles du travail)**

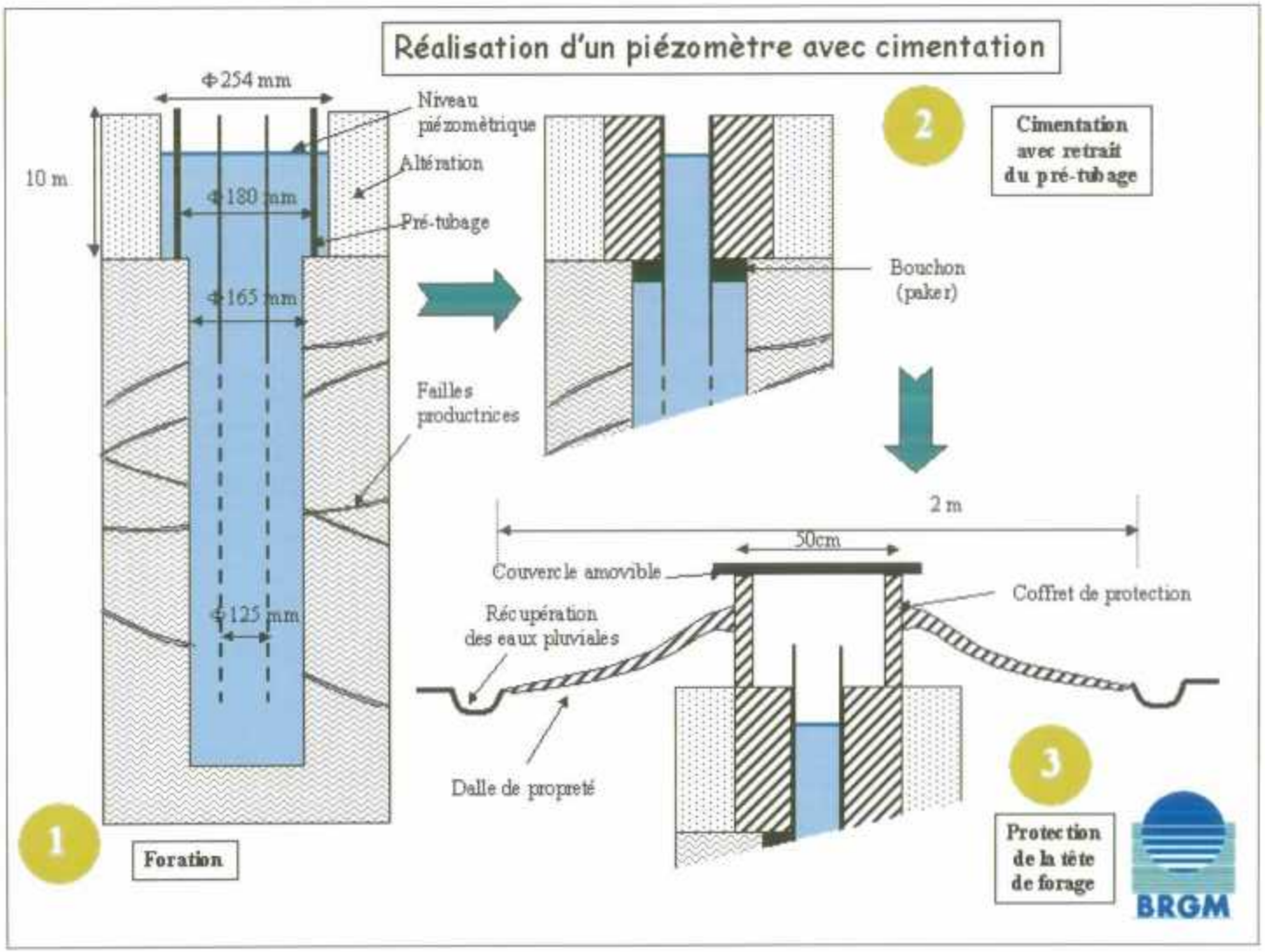
Total général établi au montant estimatif (Euros) de :

Etabli quant au cadre, Le Maître d'ouvrage

Complété quant aux prix, L'Entrepreneur

ANNEXE 3

Coupe technique du piézomètre, cimentation, et protection de la tête


Réalisation d'un piézomètre avec cimentation
Φ254 mm
Niveau piézométrique
Altération
10 m
Φ180 mm
Pré-tubage
Φ165 mm
Failles productrices
Φ125 mm
1
Foration
2
Cimentation avec retrait du pré-tubage
Bouchon (paker)
2 m
50cm
Couvercle amovible
Coffret de protection
Récupération des eaux pluviales
Dalle de propreté
3
Protection de la tête de forage
BRGM

ANNEXE 4

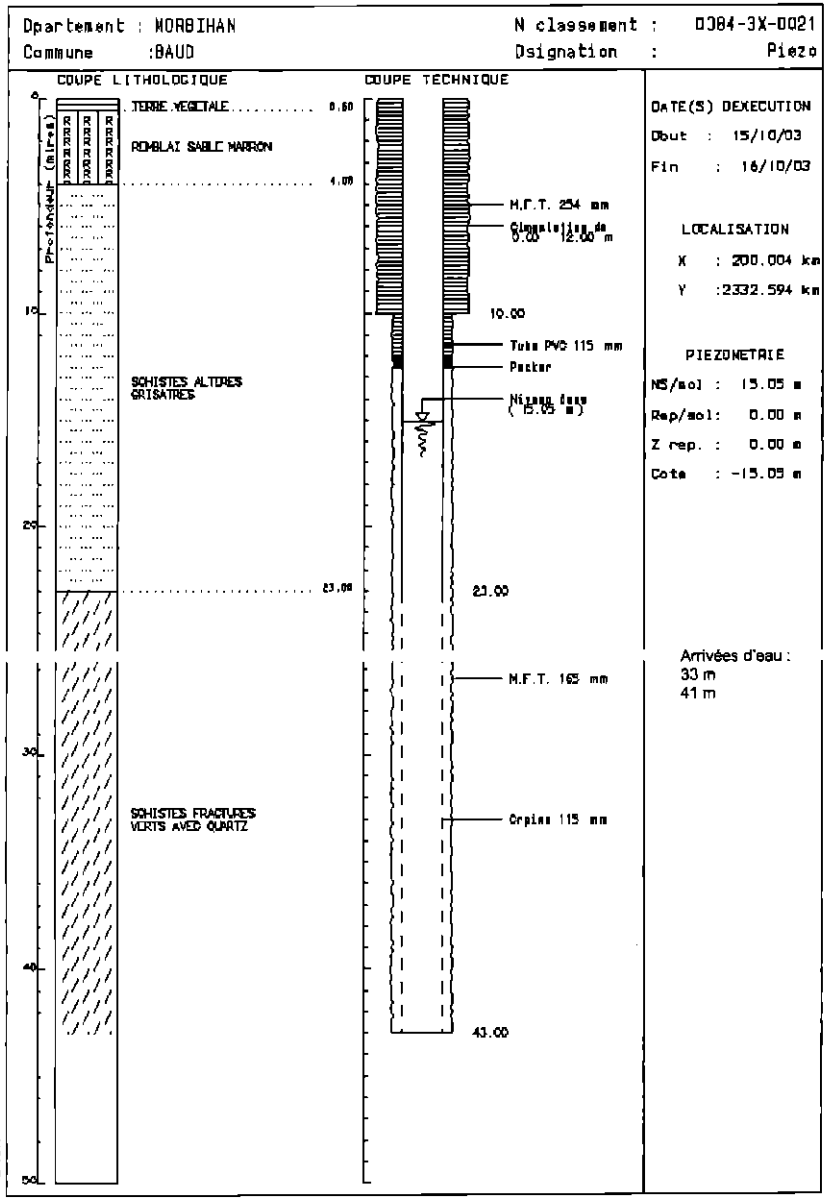
Exemples d'accès aux sites de forages

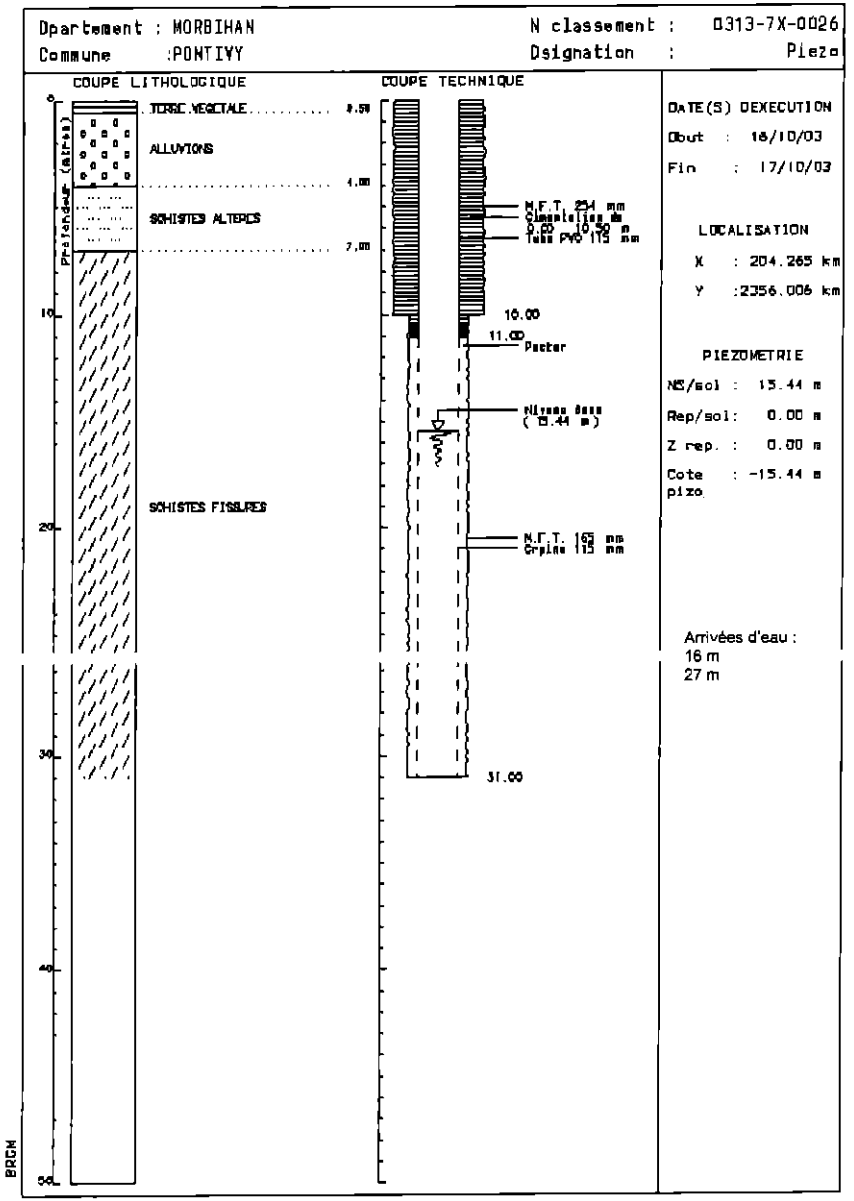
Ploërmel (56)

Kerpert (22)

Annexe 2

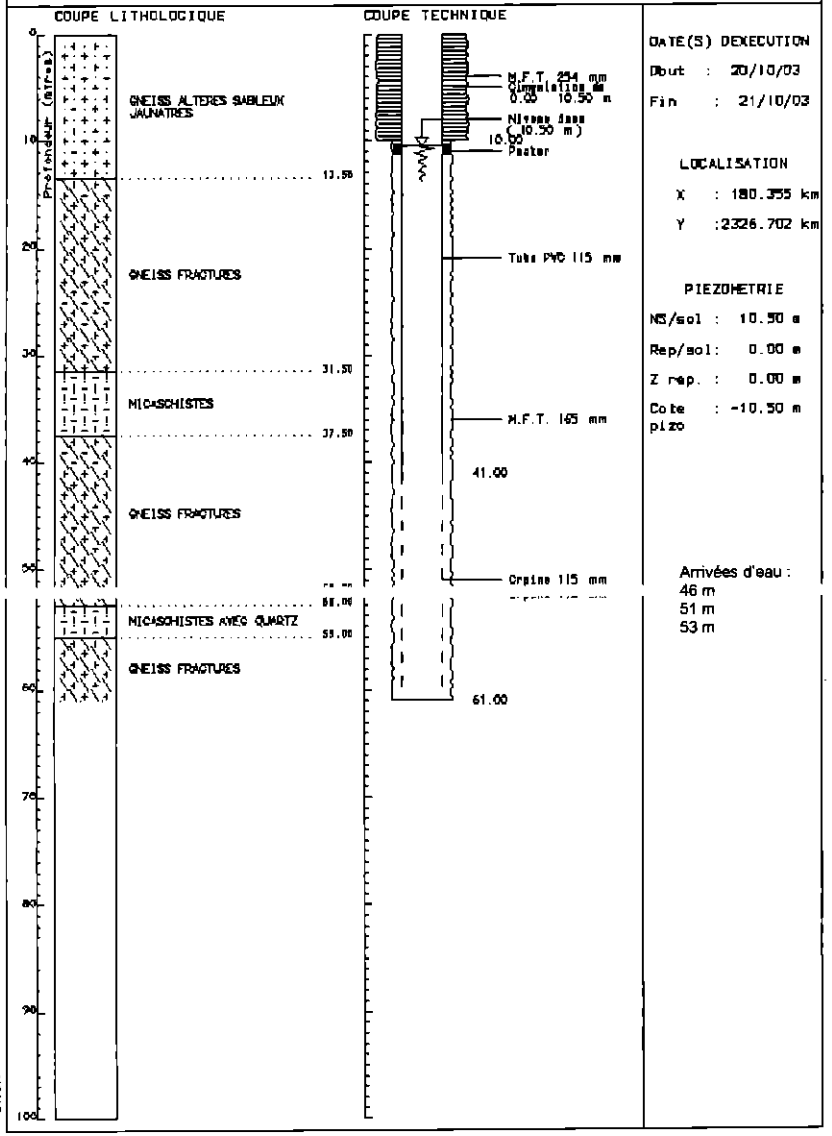
Coupes techniques et géologiques des 16 piézomètres réalisés
(classement par date de réalisation)


Dpartement : MORBIHAN
N classement : 0384-3X-0021
Commune :BAUD
Dsignation : Piezo
COUPE LITHOLOGIQUE
COUPE TECHNIQUE
TERRE VEGETALE 0.60
REMBLAI SABLE MARRON 4.00
SCHISTES ALTERES GRISATRES 23.00
SCHISTES FRACTURES VERTS AVEC QUARTZ
M.F.T. 254 mm
Cimentation de 0.00 à 12.00 m
10.00
Tube PVC 115 mm
Packer
Niveau deau (15.05 m)
23.00
M.F.T. 165 mm
Crépine 115 mm
43.00
DATE(S) DEXECUTION
Dbut : 15/10/03
Fin : 16/10/03
LOCALISATION
X : 200.004 km
Y :2332.594 km
PIEZOMETRIE
NS/sol : 15.05 m
Rep/sol: 0.00 m
Z rep. : 0.00 m
Cote : -15.05 m
Arrivées d'eau :
33 m
41 m
BRGM


Dpartement : MORBIHAN
N classement : 0313-7X-0026
Commune :PONTIVY
Dsignation : Piezo
COUPE LITHOLOGIQUE
COUPE TECHNIQUE
TERRE VEGETALE 0.50
ALLUVIONS 4.00
SCHISTES ALTERES 7.00
SCHISTES FISSURES
M.F.T. 254 mm
Cimentation de 0.00 à 10.50 m
Tube PVC 115 mm
16.00
11.00
Packer
Niveau deau (15.44 m)
M.F.T. 165 mm
Crépine 115 mm
31.00
DATE(S) DEXECUTION
Dbut : 16/10/03
Fin : 17/10/03
LOCALISATION
X : 204.265 km
Y :2356.006 km
PIEZOMETRIE
NS/sol : 15.44 m
Rep/sol: 0.00 m
Z rep. : 0.00 m
Cote pizo : -15.44 m
Arrivées d'eau :
16 m
27 m
BRGM

Dpartement : MORBIHAN
Commune :HENNEBONT

N classement : 0383-4X-0049
Dsignation : Piezo



DATE(S) DEXECUTION
Dbut : 20/10/03
Fin : 21/10/03

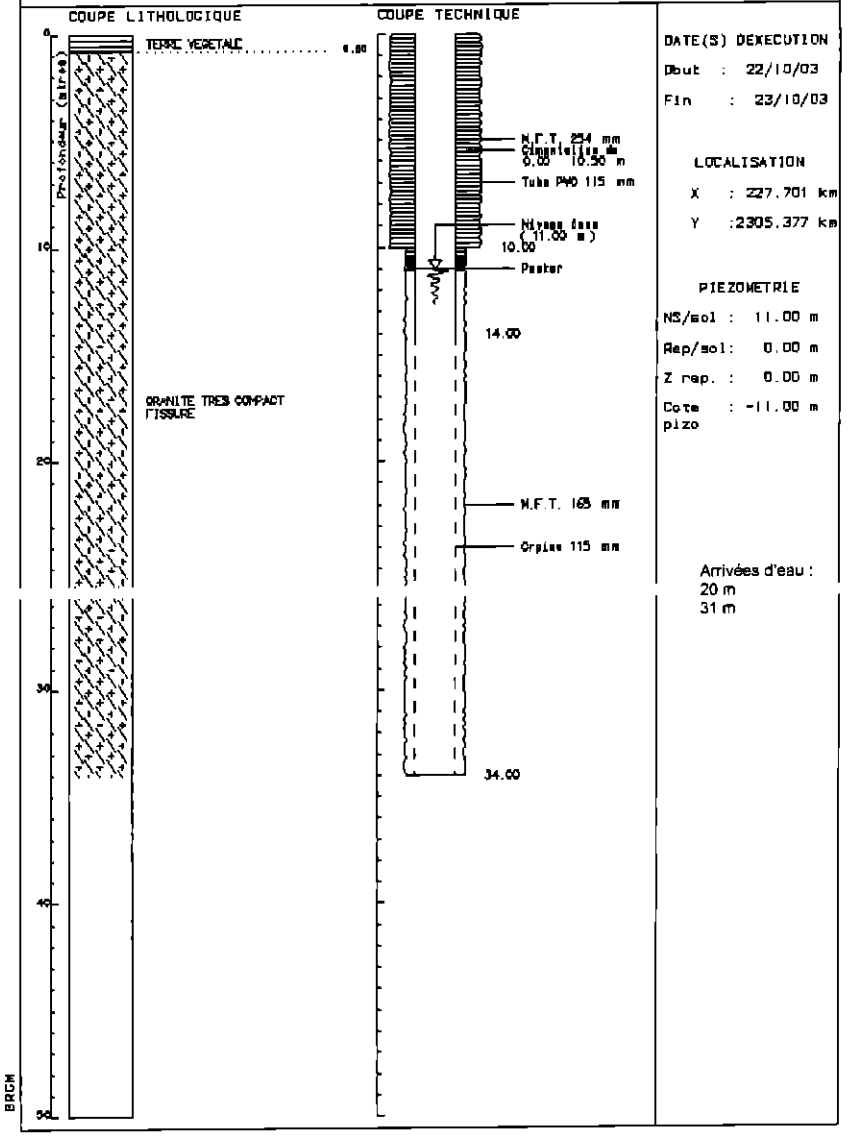
LOCALISATION
X : 180.355 km
Y :2326.702 km

PIEZOMETRIE
NS/sol : 10.50 m
Rep/sol: 0.00 m
Z rep. : 0.00 m
Cote pizo : -10.50 m

Arrivées d'eau :
46 m
51 m
53 m

Dpartement : MORBIHAN
Commune :THEIX

N classement : 0417-3X-0045
Dsignation : Piezo



DATE(S) DEXECUTION
Dbut : 22/10/03
Fin : 23/10/03

LOCALISATION
X : 227.701 km
Y :2305.377 km

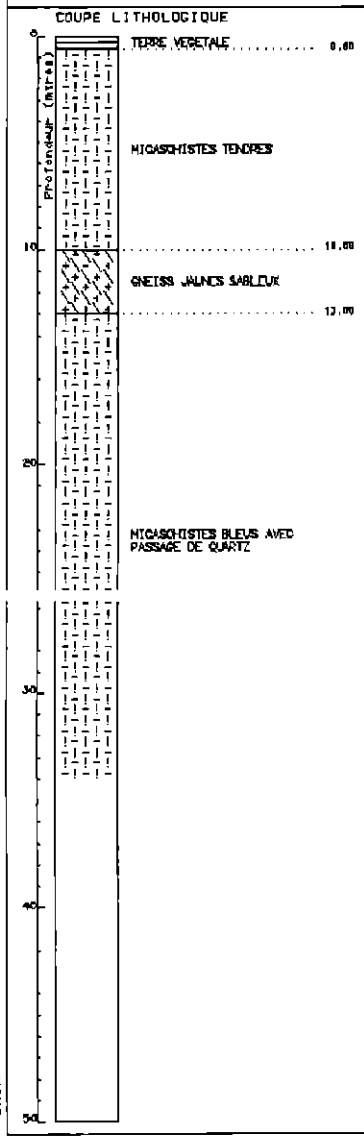
PIEZOMETRIE
NS/sol : 11.00 m
Rep/sol: 0.00 m
Z rep. : 0.00 m
Cote pizo : -11.00 m

Arrivées d'eau :
20 m
31 m

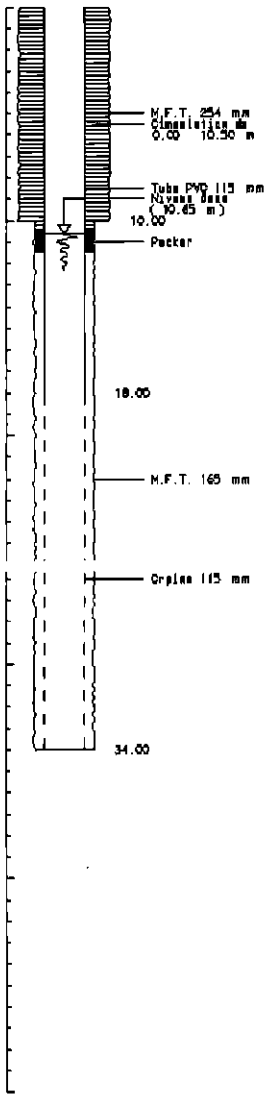
Dpartement : MORBIHAN
Commune : BIONAN

N classement : 0350-6X-0032
Dsignation : Piezo

COUPE LITHOLOGIQUE



COUPE TECHNIQUE



DATE(S) DEXECUTION

Dbut : 23/10/03

Fin : 24/10/03

LOCALISATION

X : 221.398 km

Y : 2332.750 km

PIEZOMETRIE

NS/sol : 10.65 m

Rep/sol : 0.00 m

Z rep. : 0.00 m

Cote pizo : -10.65 m

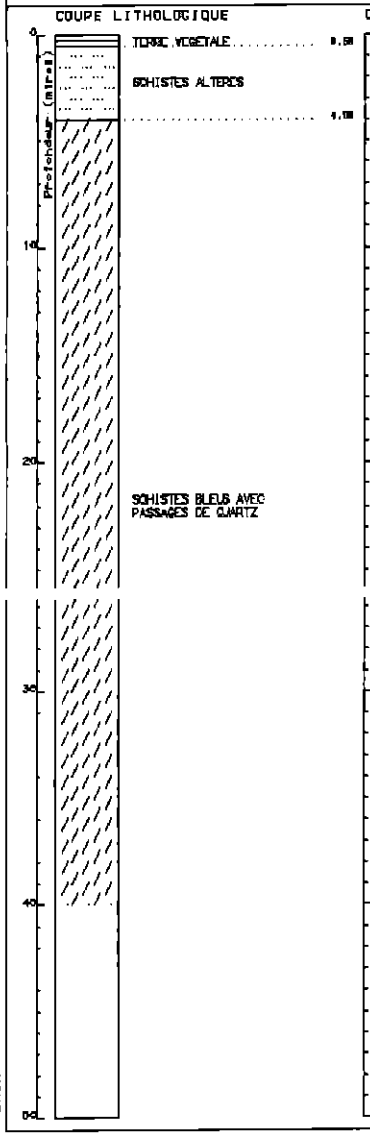
Arrivées d'eau :
20 m
31 m

BRGM

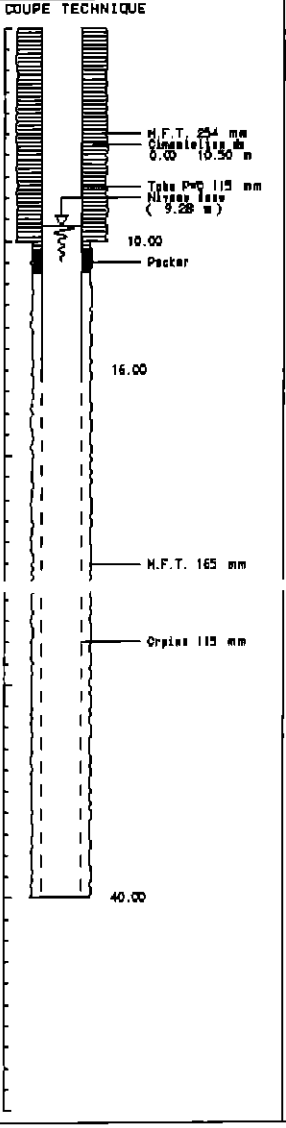
Dpartement : MORBIHAN
Commune : PLOERMEL

N classement : 0351-6X-0036
Dsignation : Piezo

COUPE LITHOLOGIQUE



COUPE TECHNIQUE



DATE(S) DEXECUTION

Dbut : 03/11/03

Fin : 04/11/03

LOCALISATION

X : 246.580 km

Y : 2338.601 km

PIEZOMETRIE

NS/sol : 9.28 m

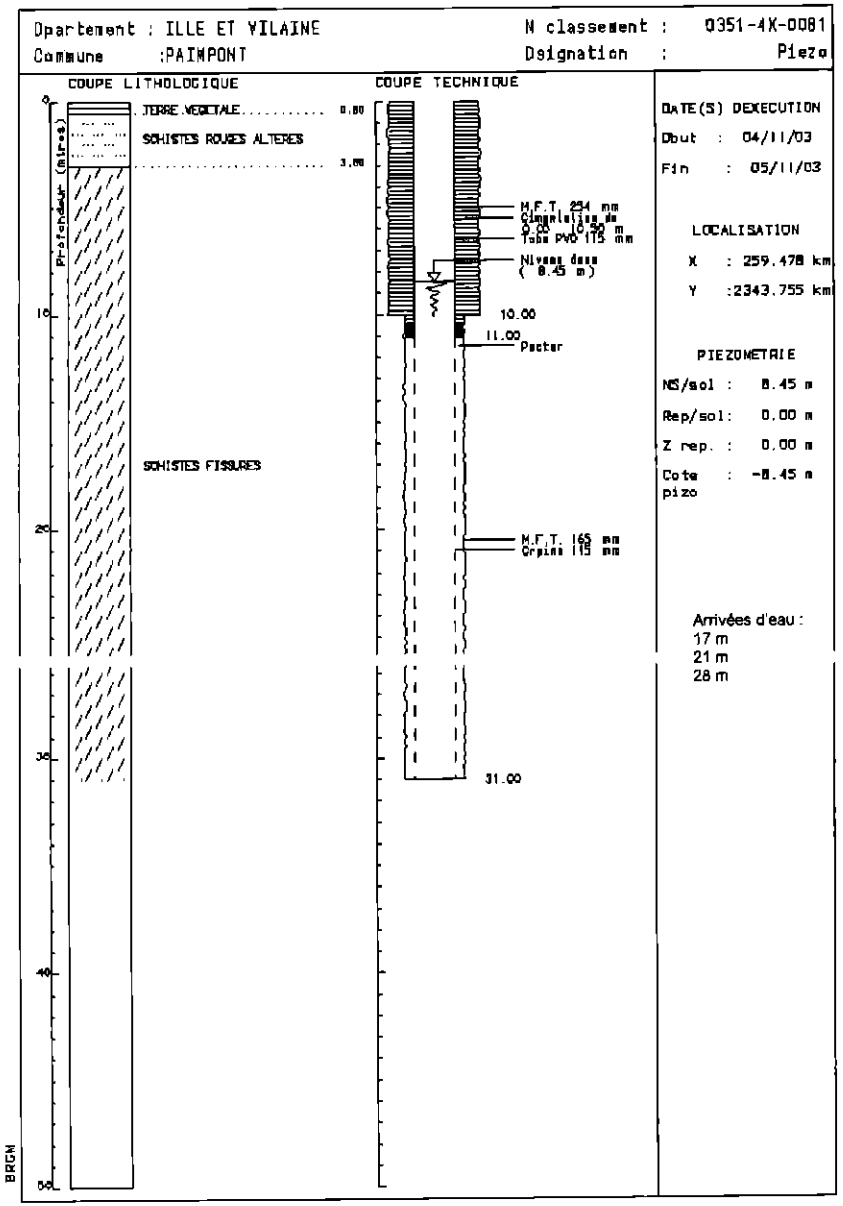
Rep/sol : 0.00 m

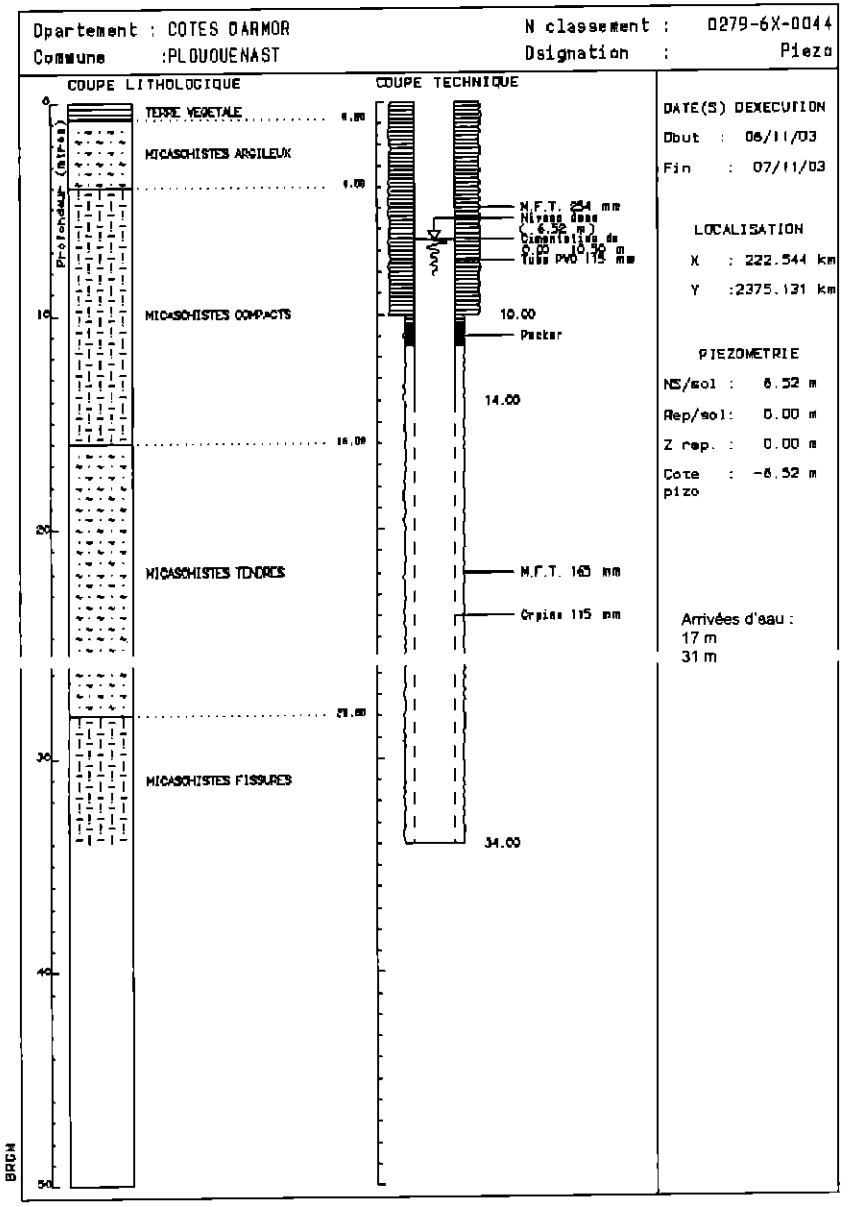
Z rep. : 0.00 m

Cote pizo : -9.28 m

Arrivées d'eau :
17 m
30 m

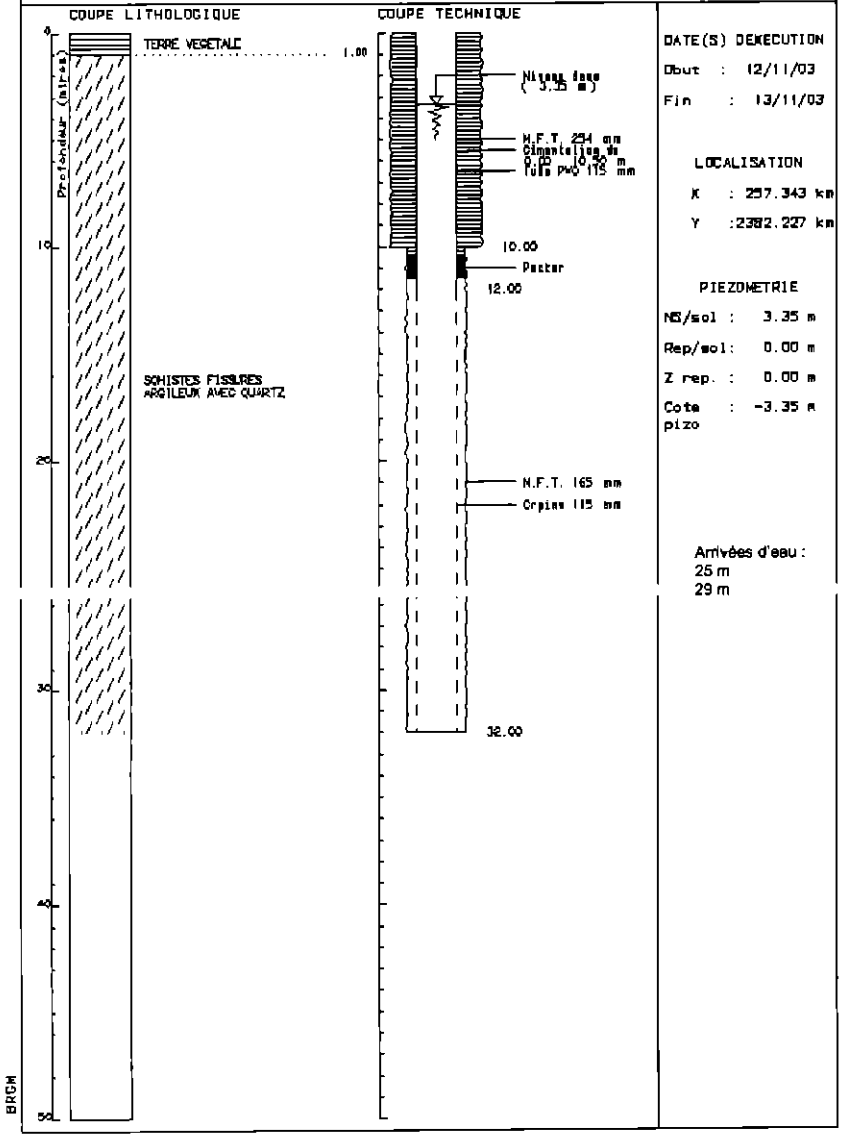
BRGM


Dpartement : ILLE ET VILAINE
N classement : 0351-4X-0081
Commune :PAIMPONT
Dsignation : Piezo
COUPE LITHOLOGIQUE
COUPE TECHNIQUE
TERRE VEGETALE
8.00
SCHISTES ROUGES ALTERES
SCHISTES FISSURES
M.F.T. 254 mm
Cimentation de 0.00 à 10.50 m
Tube PVC 115 mm
Niveau deau (8.45 m)
10.00
11.00
Packer
M.F.T. 165 mm
Crpine 115 mm
31.00
DATE(S) DEXECUTION
Dbut : 04/11/03
Fin : 05/11/03
LOCALISATION
X : 259.478 km
Y :2343.755 km
PIEZOMETRIE
NS/sol : 8.45 m
Rep/sol: 0.00 m
Z rep. : 0.00 m
Cote pizo : -8.45 m
Arrivées d'eau :
17 m
21 m
28 m
BRGM


Dpartement : COTES DARMOR
N classement : 0279-6X-0044
Commune :PLOUQUENAST
Dsignation : Piezo
COUPE LITHOLOGIQUE
COUPE TECHNIQUE
TERRE VEGETALE
MICASCHISTES ARGILEUX
MICASCHISTES COMPACTS
MICASCHISTES TENDRES
MICASCHISTES FISSURES
M.F.T. 254 mm
Niveau deau (6.52 m)
Cimentation de 0.00 à 10.50 m
Tube PVC 115 mm
10.00
Packer
14.00
M.F.T. 165 mm
Crpine 115 mm
34.00
DATE(S) DEXECUTION
Dbut : 06/11/03
Fin : 07/11/03
LOCALISATION
X : 222.544 km
Y :2375.131 km
PIEZOMETRIE
NS/sol : 6.52 m
Rep/sol: 0.00 m
Z rep. : 0.00 m
Cote pizo : -6.52 m
Arrivées d'eau :
17 m
31 m
BRGM

Dpartement : COTES DARMOR
Commune :TREMEUR

N classement : 0280-3X-0036
Dsignation : Piezo



DATE(S) D'EXECUTION
Dbut : 12/11/03
Fin : 13/11/03

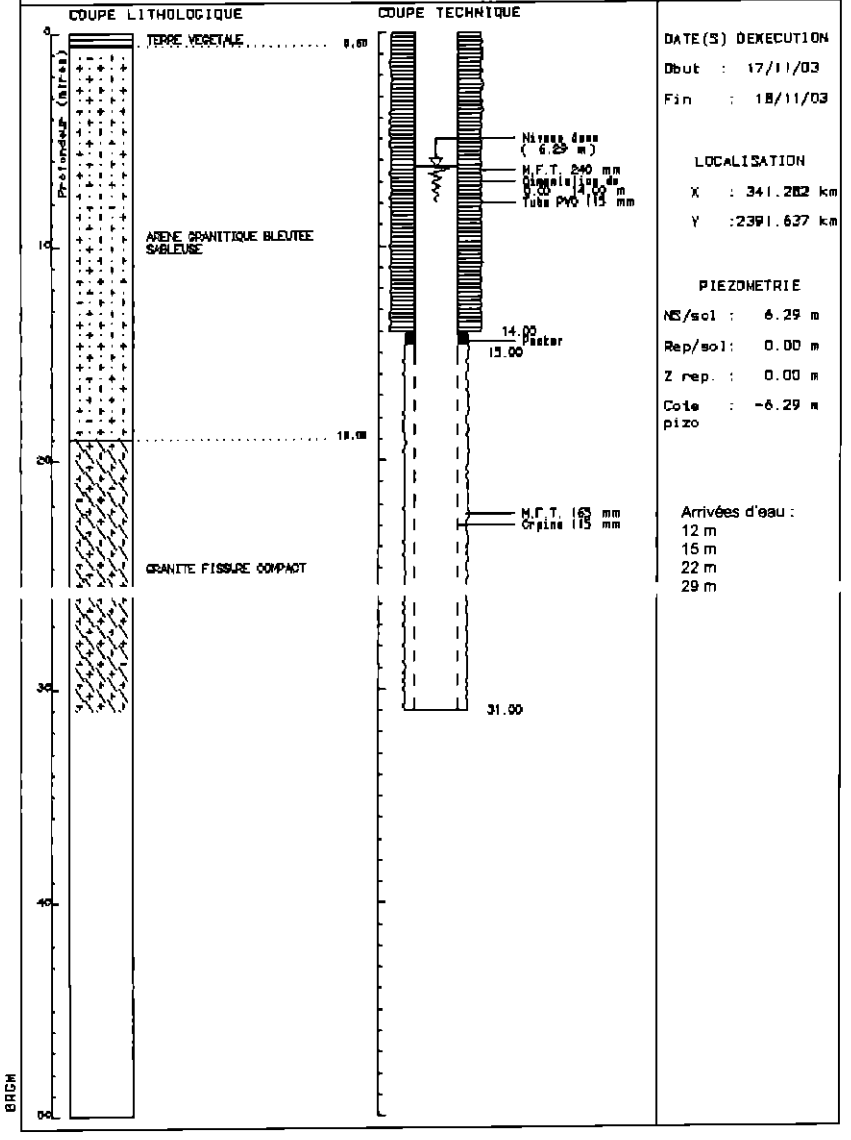
LOCALISATION
X : 257.343 km
Y : 2382.227 km

PIEZOMETRIE
NS/sol : 3.35 m
Rep/sol : 0.00 m
Z rep. : 0.00 m
Cote pizo : -3.35 m

Arrivées d'eau :
25 m
29 m

Dpartement : ILLE ET VILAINE
Commune :LOUVIGNE DU DESERT

N classement : 0247-8X-0122
Dsignation : Piezo



DATE(S) D'EXECUTION
Dbut : 17/11/03
Fin : 18/11/03

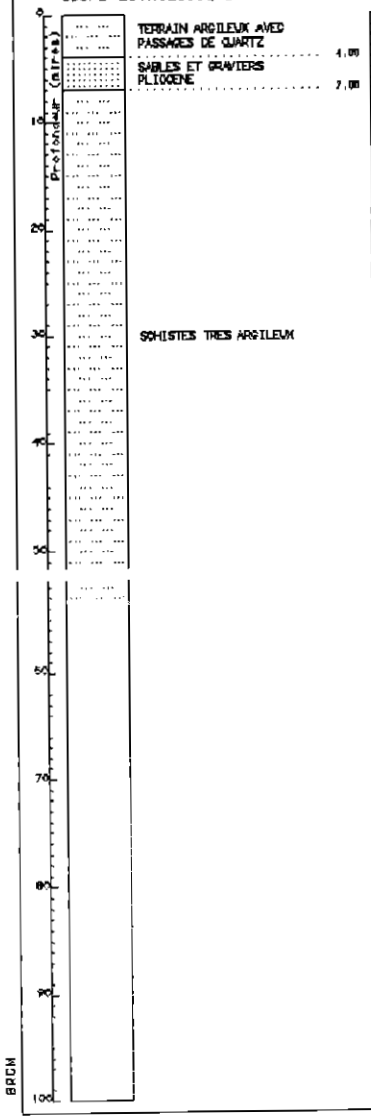
LOCALISATION
X : 341.282 km
Y : 2391.637 km

PIEZOMETRIE
NS/sol : 6.29 m
Rep/sol : 0.00 m
Z rep. : 0.00 m
Cote pizo : -6.29 m

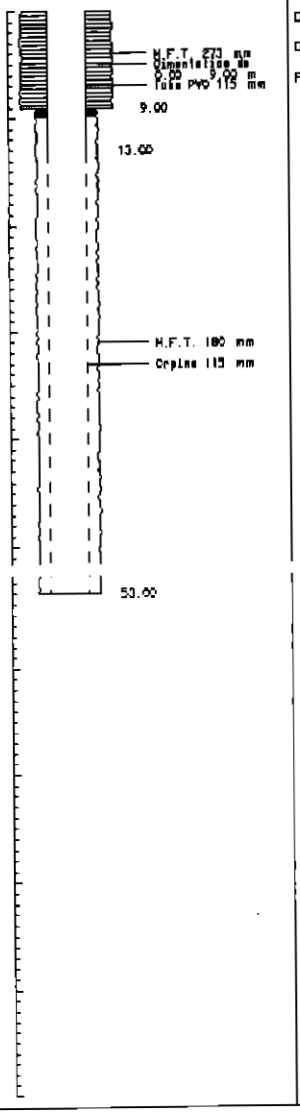
Arrivées d'eau :
12 m
15 m
22 m
29 m

Dpartement : ILLE-ET-VILAINE
Commune :ST JACQUES DE LA LANDE
N classement : 0317-5X-0338
Dsignation : Piezo

COUPE LITHOLOGIQUE



COUPE TECHNIQUE



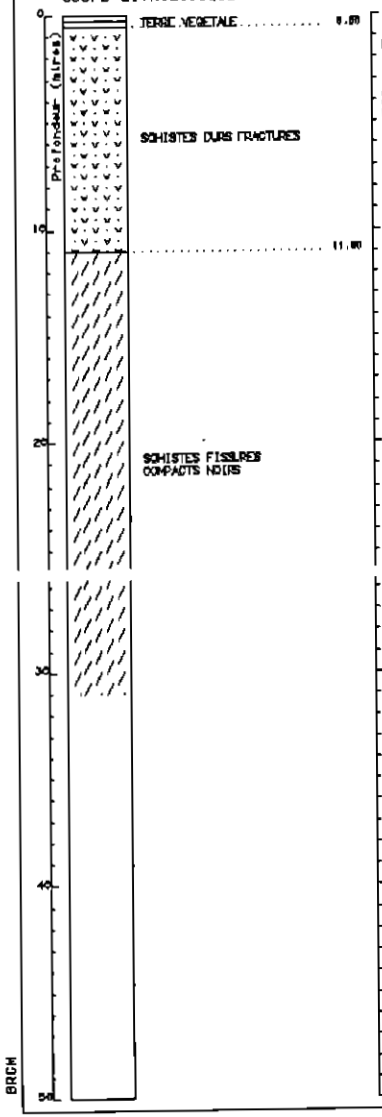
DATE(S) DEXECUTION
Dbut : 19/11/03
Fin : 20/11/03

LOCALISATION
X : 297.529 km
Y :2348.554 km

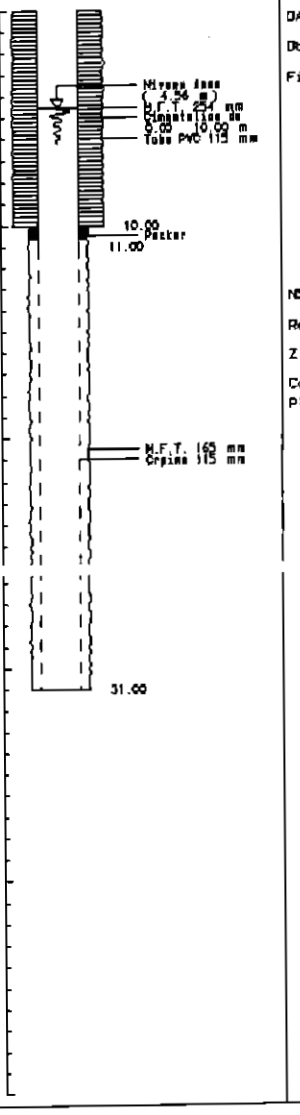
BRGM

Dpartement : COTES DARMOR
Commune :PONMERIT JAUDY
N classement : 0203-4X-0092
Dsignation : Piezo

COUPE LITHOLOGIQUE



COUPE TECHNIQUE



DATE(S) DEXECUTION
Dbut : 24/11/03
Fin : 25/11/03

LOCALISATION
X : 189.244 km
Y :2430.486 km

PIEZOMETRIE
NS/sol : 4.56 m
Rep/sol: 0.00 m
Z rep. : 0.00 m
Cote pizo : -4.56 m

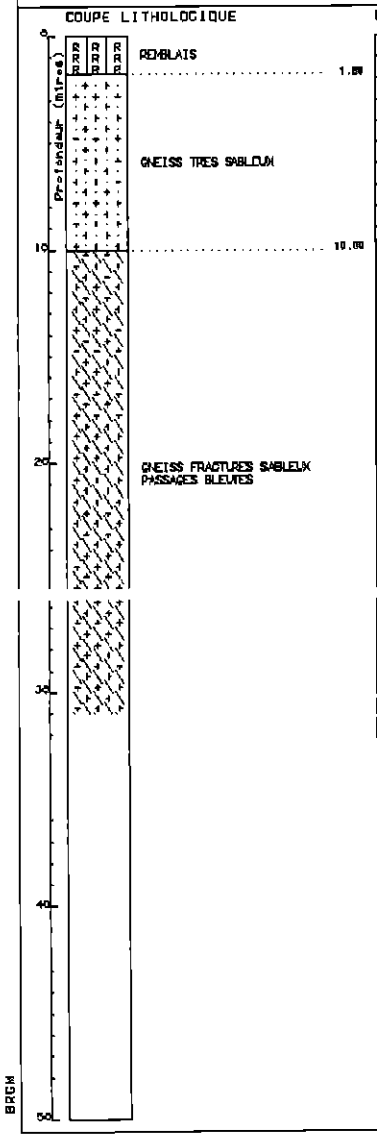
Arrivées d'eau :
8 m
12 m
23 m

BRGM

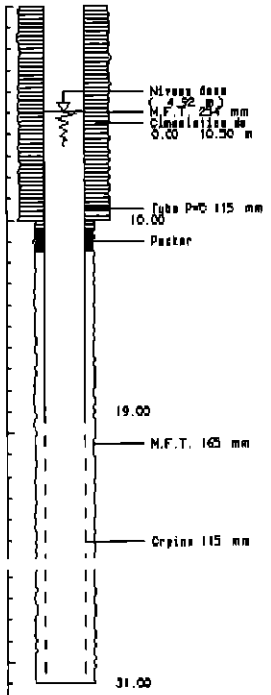
Dpartement : COTES DARMOR
Commune :LOUARGAT

N classement : 0241-3X-0065
Dsignation : Piezo

COUPE LITHOLOGIQUE



COUPE TECHNIQUE



DATE(S) DEXECUTION
Dbut : 26/11/03
Fin : 27/11/03

LOCALISATION
X : 178.452 km
Y :2410.105 km

PIEZOMETRIE
NS/sol : 4.92 m
Rep/sol: 0.00 m
Z rep. : 0.00 m
Cote pizo : -4.92 m

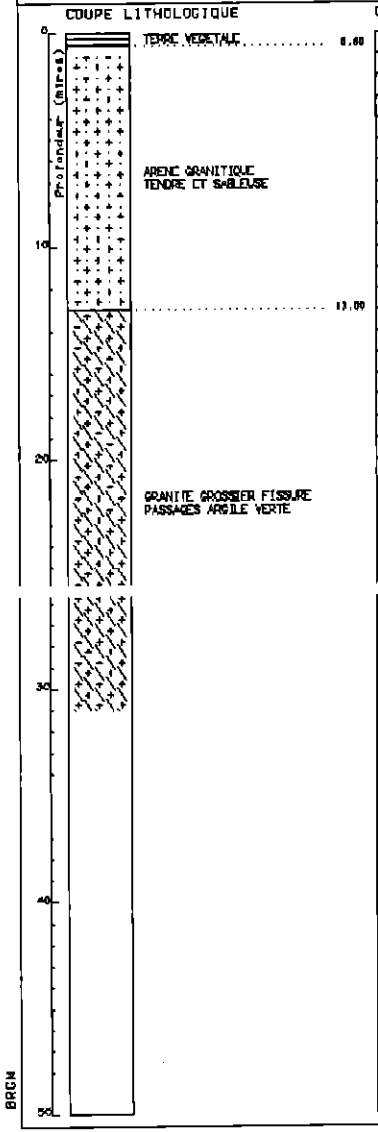
Arrivées d'eau :
9 m
12 m
25 m

BRGM

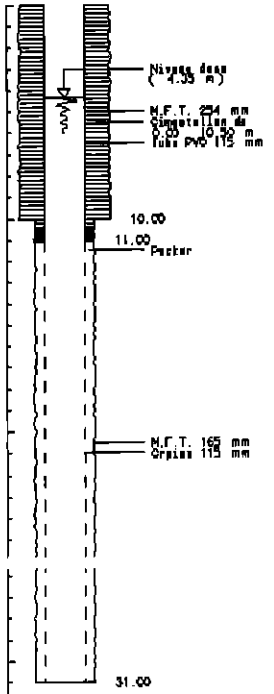
Dpartement : COTES DARMOR
Commune :KERPERT

N classement : 0278-2X-0047
Dsignation : Piezo

COUPE LITHOLOGIQUE



COUPE TECHNIQUE



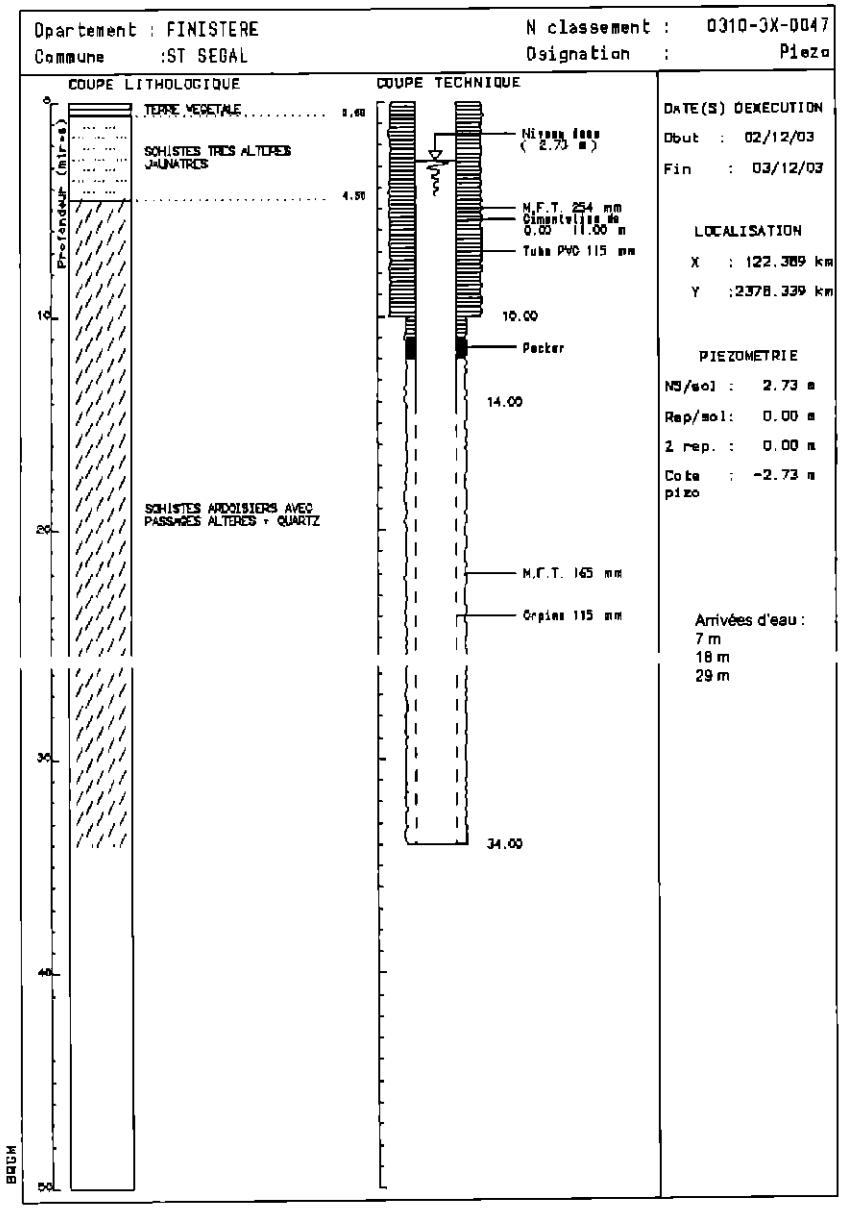
DATE(S) DEXECUTION
Dbut : 28/11/03
Fin : 01/12/03

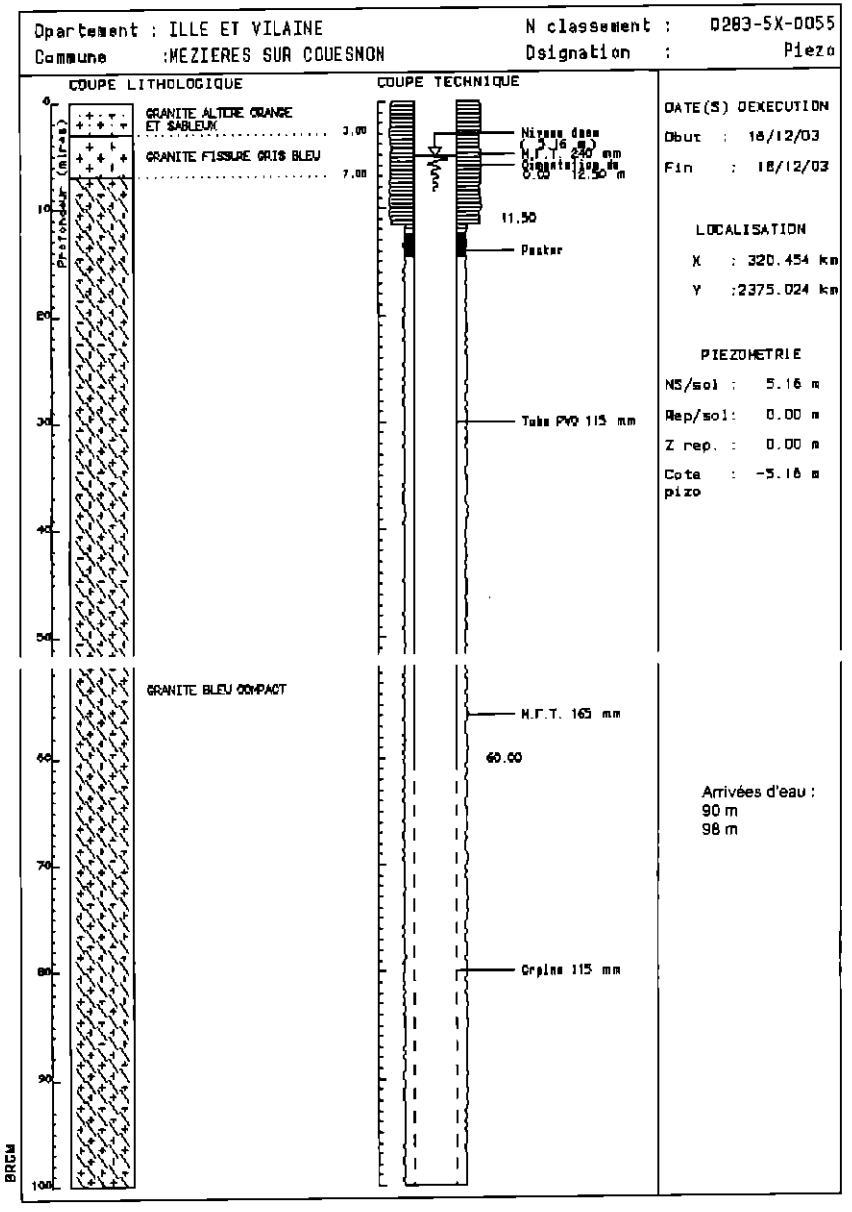
LOCALISATION
X : 194.186 km
Y :2392.568 km

PIEZOMETRIE
NS/sol : 4.35 m
Rep/sol: 0.00 m
Z rep. : 0.00 m
Cote pizo : -4.35 m

Arrivées d'eau :
8 m
13 m
21 m

BRGM


Dpartement : FINISTERE
N classement : 0310-3X-0047
Commune :ST SEGAL
Dsignation : Piezo
COUPE LITHOLOGIQUE
COUPE TECHNIQUE
Profondeur (mtres)
TERRE VEGETALE
4.50
SCHISTES TRES ALTERES JAUNATRES
SCHISTES ARDOISIERS AVEC PASSAGES ALTERES + QUARTZ
Niveau deau (2.73 m)
M.F.T. 254 mm
Cimentation de 0.00 11.00 m
Tube PVC 115 mm
10.00
Packer
14.00
M.F.T. 165 mm
Crpine 115 mm
34.00
DATE(S) DEXECUTION
Dbut : 02/12/03
Fin : 03/12/03
LOCALISATION
X : 122.389 km
Y :2378.339 km
PIEZOMETRIE
NS/sol : 2.73 m
Rep/sol: 0.00 m
Z rep. : 0.00 m
Cote pizo : -2.73 m
Arrivées d'eau :
7 m
18 m
29 m
BRGM


Dpartement : ILLE ET VILAINE
N classement : 0283-5X-0055
Commune :MEZIERES SUR COUESNON
Dsignation : Piezo
COUPE LITHOLOGIQUE
COUPE TECHNIQUE
Profondeur (mtres)
GRANITE ALTERE ORANGE ET SABLEUX
3.00
GRANITE FISSURE GRIS BLEU
7.00
Niveau deau (5.16 m)
M.F.T. 240 mm
Cimentation de 0.00 12.50 m
11.50
Packer
Tube PVC 115 mm
GRANITE BLEU COMPACT
M.F.T. 165 mm
60.00
Crpine 115 mm
DATE(S) DEXECUTION
Dbut : 16/12/03
Fin : 18/12/03
LOCALISATION
X : 320.454 km
Y :2375.024 km
PIEZOMETRIE
NS/sol : 5.16 m
Rep/sol: 0.00 m
Z rep. : 0.00 m
Cote pizo : -5.16 m
Arrivées d'eau :
90 m
98 m
BRGM

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemin
BP 6009 - 45060 Orléans Cedex 2 - France

Tél. : 33 (0)2 38 64 34 34

Service géologique de Bretagne
Atalante Beaulieu
2 rue de Jouanet
35700 RENNES

Tél. 02 99 84 26 70

BRGM/RP-52820-FR